This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

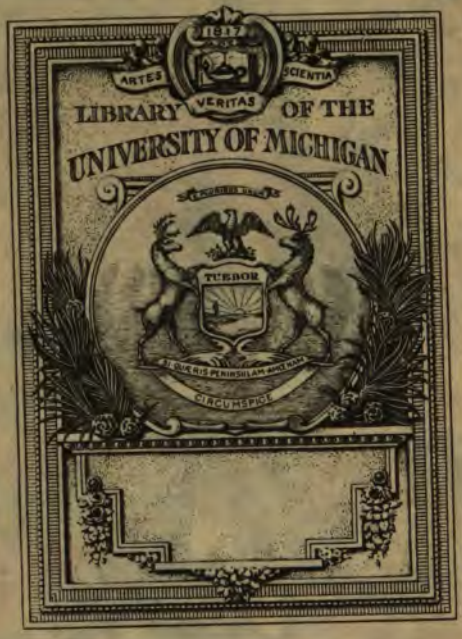
+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`


ARTES
SCIENTIA
VERITAS
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
TUEBOR
CIRCUMSPICE

6
QC
161
.R86

See pp 310 - 371 Montgolfier, etc

TABLEAU
HISTORIQUE
DES PROPRIÉTÉS
ET DES PHÉNOMÈNES
DE L'AIR.

TABLEAU

HISTORIQUE

DES PROPRIÉTÉS

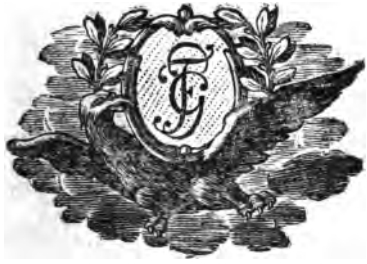
ET DES PHÉNOMÈNES

DE L'AIR,

CONSIDÉRÉ DANS SES DIFFÉRENS ÉTATS

ET SOUS SES DIVERS RAPPORTS;

PAR M. ROULAND, Professeur de Physique Expérimentale, & Démonstrateur en l'Université de Paris.



A PARIS,

Chez GUEFFIER, Imprimeur-Libraire, au bas de la rue de la Harpe.

M. DCC. LXXXIV.

Avec Approbation, & Privilége du Roi.

Ref. St
Wormser
9-22-43
48752

A MONSIEUR

SIGAUD DE LA FOND,

PROFESSEUR de Phyſique Expérimentale, Membre de la Société Royale des Sciences de Montpellier; des Académies d'Angers, de Baviere, de Valladolid, de Florence, de Saint-Pétersbourg, &c. &c.

MONSIEUR,

C'EST à vous que je dois le goût de la Phyſique : en vous offrant la dédicace de cet Ouvrage, fruit de mes premières veilles, je remplis un devoir cher à mon cœur. Uni à vous par les liens étroits du ſang, formé par vos leçons, ſoutenu par vos conſeils, que ne vous dois-je pas

à tant de titres ? Heureux ! ſi ce nouveau gage de mon reſpect & de ma reconnoiſſance ajoute à l'expreſſion des ſentimens que je vous ai voué.

J'ai l'honneur d'être,

Monſieur,

Votre très-humble & très-obéiſſant Serviteur,
ROULAND.

APPROBATION.

J'ai lu par ordre de Monſeigneur le Garde des Sceaux, un Manuſcrit qui a pour titre : *Tableau hiſtorique des Propriétés & des Phénomènes de l'Air, par M.* ROULAND. Il eſt très-à-propos de publier un précis des connoiſſances les plus intéreſſantes & les plus reçues ſur l'air, dans un moment où de nouvelles découvertes ſur l'eſſence de l'air, ſes eſpeces ou modifications, & leurs propriétés, ſont l'objet de la curioſité générale. Cet Ouvrage méthodique & clair, mettra ceux qui n'ont pas fait une étude approfondie de la Phyſique, en état d'entendre les nouvelles découvertes, & de ne pas confondre les connoiſſances modernes avec les anciennes : il ne contient rien qui doive en empêcher l'impreſſion.

A Paris ce 25 Avril 1784, LE BEGUE DE PRESLE.

PRIVILÉGE DU ROI.

LOUIS, par la grace de Dieu, Roi de France & de Navarre : A nos amés & féaux Conſeillers, les Gens tenant nos Cours de Parlement, Maîtres des Requêtes ordinaires de notre Hôtel, Grand Conſeil, Prévôt de Paris, Baillifs, Sénéchaux, leurs Lieutenans Civils, & autres nos Juſticiers qu'il appartiendra : SALUT. Notre amé le Sieur ROULAND, Démonſtrateur de Phyſique, Nous a fait expoſer qu'il deſireroit faire imprimer & donner au Public, un Ouvrage de ſa compoſition, intitulé : *Tableau hiſtorique des Propriétés & des Phénomènes de l'Air, conſidéré dans ſes différens états & ſous ſes divers rapports*, s'il Nous plaiſoit lui accorder nos Lettres de Privilege pour ce néceſſaires. A CES CAUSES, voulant favorablement traiter l'Expoſant, Nous lui avons permis & permettons de faire imprimer ledit Ouvrage autant de fois que bon lui ſemblera, & de le vendre, faire vendre par tout notre Royaume. Voulons qu'il jouiſſe de l'effet du préſent Privilége, pour lui & ſes hoirs à perpétuité, pourvu qu'il ne le retrocede à perſonne ; & ſi cependant il jugeoit à propos d'en faire une ceſſion, l'Acte qui la contiendra ſera enregiſtré en la Chambre Syndicale de Paris, à peine de nullité, tant du Privilége que de la ceſſion ; & alors par le fait ſeul de la ceſſion enregiſtrée, la durée du préſent Privilége ſera réduite à celle de la vie de l'Expoſant, ou à celle de dix années à compter de ce jour, ſi l'Expoſant décede avant l'expiration deſdites dix années. Le tout conformément aux articles IV & V de l'Arrêt du Conſeil du 30 Août 1777, portant Réglement ſur la durée des Privileges en Librairie. FAISONS défenſes à

tous Imprimeurs-Libraires & autres perſonnes de quelque qualité & condition qu'elles ſoient, d'en introduire d'impreſſion étrangere dans aucun lieu de notre obéiſſance; comme auſſi d'imprimer ou faire imprimer, vendre, faire vendre, débiter ni contrefaire ledit Ouvrage ſous quelque prétexte que ce puiſſe être, ſans la permiſſion expreſſe & par écrit dudit Expoſant, ou de celui qui le repréſentera, à peine de ſaiſie & de confiſcation des exemplaires contrefaits, de ſix mille livres d'amende, qui ne pourra être modérée, pour la premiere fois, de pareille amende & de déchéance d'état en cas de récidive, & de tous dépens, dommages & intérêts, conformément à l'Arrêt du Conſeil du 30 Août 1777, concernant les contrefaçons. A la charge que ces Préſentes ſeront enregiſtrées tout au long ſur le Regiſtre de la Communauté des Imprimeurs & Libraires de Paris, dans trois mois de la date d'icelles; que l'impreſſion dudit Ouvrage ſera faite dans notre Royaume & non ailleurs, en beaux papiers & beaux caracteres, conformément aux Réglemens de la Librairie, à peine de déchéance du préſent Privilége; qu'avant de l'expoſer en vente, le Manuſcrit qui aura ſervi de copie à l'impreſſion dudit Ouvrage, ſera remis dans le même état où l'Approbation y aura été donnée, ès mains de notre très-cher & féal Chevalier, Garde des Sceaux de France, le ſieur HUE DE MIROMESNIL, Commandeur de nos Ordres; qu'il en ſera enſuite remis deux Exemplaires dans notre Bibliotheque publique, un dans celle de notre Château du Louvre, un dans celle de notre très-cher & féal Chevalier, Chancelier de France, le ſieur DE MEAUPEOU, & un dans celle dudit ſieur HUE DE MIROMESNIL: le tout à peine de nullité des Préſentes. Du contenu deſquelles vous mandons & enjoignons de faire jouir ledit Expoſant & ſes hoirs, pleinement & paiſiblement, ſans ſouffrir qu'il leur ſoit fait aucun trouble ou empêchement. VOULONS que la copie des Préſentes, qui ſera imprimée tout au long, au commencement ou à la fin dudit Ouvrage, ſoit tenue pour duement ſignifiée, & qu'aux copies collationnées par l'un de nos amés & féaux Conſeillers-Secrétaires foi ſoit ajoutée comme à l'original. COMMANDONS au premier notre Huiſſier, ou Sergent ſur ce requis, de faire pour l'exécution d'icelles, tous Actes requis & néceſſaires, ſans demander autre permiſſion, & nonobſtant clameur de Haro, Charte Normande, & Lettres à ce contraires. CAR TEL EST NOTRE PLAISIR. DONNÉ à Paris, le neuvieme jour du mois de Juin, l'an de grace mil ſept cent quatre-vingt-quatre, & de notre Regne le onzieme.

Par le Roi en ſon Conſeil, LE BEGUE.

Regiſtré ſur le Regiſtre XXII de la Chambre Royale & Syndicale des Libraires & Imprimeurs de Paris, N°. 3174, fol. 114, conformément aux diſpoſitions énoncées dans le préſent Privilege, & à la charge de remettre à ladite Chambre les huit exemplaires preſcrits par l'article 108 du Réglement de 1723.

A Paris, ce 15 Juin 1784.

BERTON, *Adjoint.*

INTRODUCTION.

L'AIR eſt un des grands agens de la Nature ; il concourt à la production de ſes divers phénomènes ; c'eſt le milieu dans lequel nous vivons ; il enveloppe tous les corps ; il les pénetre de toute part, & eſt un de leurs principes conſtitutifs. Ainſi l'air fait partie de tous les êtres matériels ; il eſt autour d'eux ; il agit ſur eux & dans leur intérieur, & cette double action eſt indiſpenſablement néceſſaire ; elle entretient la vie de l'homme & des animaux ; elle eſt un des principaux agens de la végétation dans les plantes ; & ſi les minéraux ne paroiſſent point tirer le même avantage & avoir un beſoin auſſi indiſpenſable de ce fluide, prenons-nous-en à notre ignorance ſur leur production, c'eſt encore le ſecret de la Nature. Tous les corps doivent non-ſeulement à l'air leur exiſtence, il participe encore à leurs actions réciproques les uns ſur les autres. Le feu, cet agent univerſel, qui vient ſouvent à notre ſecours, lorſqu'il s'agit de

décompoſer les corps pour les faire ſervir à nos différens beſoins, cet être incoërcible, dont l'activité ne reconnoît point de bornes, ne peut ſe paſſer du concours de l'air; il faut la préſence de ce fluide pour développer, conſerver, augmenter & diriger le feu. Les ſons, ce doux plaiſir de l'ame, n'affecteroient point l'oreille, ſi l'air n'en étoit le véhicule & ne les faiſoit paſſer, du corps qui les produit, à l'organe qui en reçoit l'impreſſion. Il en eſt de même des odeurs; c'eſt par le miniſtère de ce fluide que les corpuſcules odorants doivent être portés ſur la membrane pituitaire, pour affecter les nerfs deſtinés à produire en nous cette ſenſation ſouvent agréable. Combien d'autres avantages ne retirons-nous pas encore de la préſence de l'air? C'eſt lui qui fait couler le lait dans la bouche des enfans qui tettent, & qui éleve l'eau dans les pompes & pluſieurs autres machines hydrauliques auxquelles on l'applique; c'eſt par le ſecours de l'air agité, ou les vents qui ſont la même choſe, que les Nations les plus éloignées com-

mercent enſemble ; c'eſt par ſon moyen encore que l'on extrait les farines & les huiles de certaines ſemences, que l'on foule les étoffes, que l'on ſcie les planches & les marbres, que l'on broie les couleurs & autres matieres. Combien d'hommes ou de chevaux ne faudroit-il pas employer pour tous ces Ouvrages, qui s'opèrent à très-peu de frais par le moyen des moulins à vent ?

Qu'eſt-ce donc que l'air ? quelles en ſont les propriétés, les différentes affections ? Comment agit-il ſur les corps de différentes eſpeces ? Comment concourt-il à la production de tant de phénomènes variés que nous obſervons tous les jours ? C'eſt l'objet de cet Ouvrage. Mais de quelle maniere le diſtribuerons-nous pour y mettre tout l'ordre qui convient, & pour faire qu'une connoiſſance acquiſe nous conduiſe à une autre ? Conſidérerons-nous d'abord l'air comme principe conſtituant des corps compoſés ? Le retirerons-nous de ces corps pour en étudier enſuite la nature & les propriétés ? Mais qui nous aſſurera que nous l'obtenons alors dans ſon état de pureté, dégagé de tout prin-

cipe hétérogène, parfaitement iſolé ? Le conſidérerons-nous dans ſon état libre, hors des corps & faiſant partie de la maſſe atmoſphérique dans laquelle nous vivons ? Mais perſonne n'ignore qu'il eſt, dans ce cas, le véhicule de différentes vapeurs & exhalaiſons qui s'élevent continuellement de la terre, des mers, des fleuves & des marais, des animaux putréfiés, des végétaux corrompus, brûlés ou fermentés, des corps des animaux & des hommes, ſoit ſains, ſoit malades, matieres hétérogènes qui alterent ſa conſtitution & qui maſquent pluſieurs de ſes propriétés. L'arracherons-nous, pour ainſi dire, d'entre les parties intégrantes des corps où il eſt communément en aſſez grande quantité ? Mais là, il n'eſt point différent du fluide atmoſphérique ; c'eſt une portion de cette maſſe réduite à différens degrés d'atténuation, & participant à toutes les affections qu'on découvre dans celle-ci ; voilà le germe des difficultés qui ſe ſont toujours préſentées à ceux qui ont voulu étudier & ſaiſir la nature de l'air. Voilà ſans doute ce qui arrêteroit les recherches de

ceux qui viendront après nous, ſi, pour connoître convenablement ce fluide, il falloit néceſſairement commencer par en découvrir la nature.

Mais s'il eſt ſatisfaiſant, pour le Phyſicien comme pour le Chimiſte, de ſaiſir la nature d'un être dont il veut expoſer les propriétés, les avantages qu'on en peut tirer & les applications qu'on en peut faire; cette connoiſſance ne nous eſt point indiſpenſablement néceſſaire par rapport à celui dont il eſt ici queſtion. Cela poſé, voici l'ordre dans lequel nous croyons devoir préſenter les connoiſſances que nous avons acquiſes ſur l'air & ſes différens effets. Comme la maſſe de ce fluide dans laquelle nous vivons, doit par cette raiſon fixer davantage notre attention, nous conſidérerons 1°. ſes propriétés phyſiques; & pour les établir plus aiſément, nous ferons abſtraction des modifications qu'elles éprouvent de la part des différentes ſubſtances qui circulent continuellement dans la maſſe de l'air.

2°. Les effets que l'air produit dans l'économie animale & végétale, par l'exercice de ſes propriétés permanentes & variables.

3°. La propriété qu'on reconnoît à l'air de propager ou de tranſmettre les ſons, & ce qui a rapport à ces derniers.

4°. La propriété qu'il a, excluſivement à tout autre fluide, de concourir avec le feu au phénomène de la combuſtion des corps.

5°. Enfin les avantages & les effets agréables que l'air préſente dans pluſieurs machines où ſon action eſt employée.

Après avoir ainſi développé les propriétés de l'air & ſes effets les plus remarquables, nous paſſerons à un autre genre de connoiſſances étroitement liées à l'objet de notre travail; nous fixerons l'attention de nos Lecteurs ſur pluſieurs fluides qui ont les attributs phyſiques de l'air, mais dans leſquels on découvre pluſieurs autres propriétés qui ſervent à les diſtinguer non-ſeulement de l'air, mais encore les uns des autres. En parcourant les qualités diſtinctives de ces fluides, nous trouverons tout-à-la-fois des remedes à nos maux, les moyens de connoître les degrés différens de ſalubrité de l'air que nous reſpirons, & enfin de quoi ſatisfaire notre curioſité, tant

ſur les machines ou ballons aéroſtatiques nouvellement imaginés, que ſur la maniere dont l'air influe dans la reſpiration des animaux, dans la végétation des plantes, dans la combuſtion & la calcination, ainſi que ſur les changemens que lui font ſubir ces trois grandes opérations de la Nature.

Nous reviendrons enſuite à l'air proprement dit : nous le conſidérerons alors chargé des exhalaiſons qui s'élevent continuellement du plus grand nombre des corps qui appartiennent à notre globe, & de plus éprouvant dans cet état ces ſecouſſes, ces agitations plus ou moins violentes que l'on déſigne, ſous le nom de vent. Nous trouverons, dans ces mouvemens de l'atmoſphère & dans les ſubſtances étrangeres qui y circulent journellement, la cauſe des viciſſitudes continuelles qui s'y font obſerver, tels que les changemens qui ſurviennent dans la denſité & dans le reſſort de l'air, & les qualités accidentelles de ce fluide, comme la chaleur & le froid, la ſéchereſſe & l'humidité.

Nous préſenterons, dans l'*anémomètre*, un

moyen de connoître les variations & la vîteſſe du vent. Nous offrirons, dans le *baromètre*, le vrai moyen d'eſtimer la denſité & le reſſort de l'air, & de tenir compte des altérations qu'ils éprouvent. Nous trouverons, dans le *thermomètre*, la meſure des degrés de chaleur & de froid qui regnent dans l'atmoſphère. Enfin nous indiquerons l'*hygromètre* comme un moyen que les Phyſiciens ont imaginé pour découvrir les degrés de ſéchereſſe & d'humidité de l'air.

TABLEAU

TABLEAU
HISTORIQUE
DES PROPRIÉTÉS ET DES PHÉNOMÈNES
DE L'AIR,
CONSIDÉRÉ DANS SES DIFFÉRENS ÉTATS, ET SOUS SES DIVERS RAPPORTS.

PREMIERE PARTIE.

DES PROPRIÉTÉS DE L'AIR.

L'AIR, regardé comme un élément indeſtructible, inaltérable, eſt un fluide inviſible, inodore, inſipide, ou du moins dont nous ne ſentons point la ſaveur, par l'habitude où nous ſommes de l'éprouver ſans ceſſe depuis notre naiſſance ; l'air eſt encore pourvu de peſanteur & de reſſort, & ſuſceptible de raréfaction ou de dilatation, de condenſation & de compreſſion. L'air n'affecte donc aucun de nos ſens, ſi ce n'eſt le toucher. Il n'eſt pas impoſſible que, lorſque la lumiere parvient à nos yeux

en traverſant une très-grande épaiſſeur d'air, comme l'eſt celle de l'atmoſphere terreſtre, ce fluide ne devienne ſenſible à nos yeux juſqu'à un certain point; ce qu'il y a de conſtant c'eſt que, pendant un tems ſerein, le ciel eſt toujours bleu, & cette couleur ſe fonce de plus en plus, à proportion qu'elle eſt plus près du zénith. Comme le ciel n'eſt point un corps particulier, ni concave, ni en forme de voûte, ni rond, ainſi que l'avoient penſé les anciens Philoſophes, & ainſi que le peuple le penſe encore aujourd'hui, il eſt évident qu'on ne doit point lui attribuer cette couleur, mais à l'air. Il ſeroit intéreſſant de ſavoir ſi cette couleur eſt propre & particuliere à l'Air, ou ſi elle eſt ſimplement accidentelle; car les ſentimens ſont partagés à cet égard.

Honoré Fabri penſe que la couleur bleue dépend de la réflexion de la lumiere, par des atômes & des corpuſcules voltigeans dans l'air; d'où il réſulte une modification de lumiere productrice de la couleur bleue. Cet Auteur combat le ſentiment de *Fromond*, qui penſoit que cette couleur étoit un mélange d'une lumiere foible & ſombre avec un corps opaque, dont l'arrangement & la diſpoſition de ſes parties étoient imparfaits. Il paroît que l'opinion de *Fromond* eſt encore celle d'un grand

nombre de Phyſiciens modernes, qui penſent que la couleur bleue de l'air dépend du mélange de la lumiere, réfléchie par les particules élémentaires de l'air, avec la couleur noire, provenant de l'eſpace vuide qu'on appelle le ciel, au lieu que *Fabri* n'attribue cette couleur qu'à la modification de la lumiere, réfléchie par l'Air. *J. C. Funccius* a publié un petit Ouvrage, dans lequel il parle de la couleur du ciel & tâche de l'expliquer; il l'attribue à la combinaiſon de beaucoup d'ombre, avec un petit nombre de rayons, c'eſt-à-dire que la plus haute région de l'air étant noirâtre, & paroiſſant à travers un air tranſparent, acquiert une couleur bleue; c'eſt à peu près ainſi, que MM. *Wolf*, *Muſchenbroek*, & pluſieurs Phyſiciens modernes, expliquent cette couleur. M. *Mariotte* penſe que l'air a une couleur qui lui eſt propre & particuliere; que cette couleur eſt bleue, mais qu'elle eſt fort légere: c'eſt de-là, dit-il, que prend ſon exiſtence, la couleur bleue des objets éloignés. M. *Kraft*, qui fait l'énumération des qualités & des propriétés de l'air, n'oſe point conclure ſur ſa couleur. *Aer*, dit-il, *colore cœruleo tinctus eſſe aut videtur aut revera eſt.* M. *Eberhard*, Profeſſeur royal de Pruſſe, a donné, il y a quelques années, une Diſſertation ſur la cou-

leur de l'Air, de laquelle on peut tirer deux inductions; 1°. qu'au milieu de toutes les opinions, deux ſeulement peuvent être raiſonnablement admiſes en Phyſique, pour rendre raiſon de la couleur bleue de l'air; 2°. que celle dans laquelle on fait dépendre cet effet du mélange de l'ombre & de la lumiere, eſt manifeſtement fauſſe, malgré la multitude d'expériences rapportées en ſa faveur. La clarté avec laquelle cette opinion eſt expoſée dans ce Mémoire, toute la force que ce ſavant Profeſſeur à ſu lui conſerver avant de la réfuter, ne permettent plus de revenir ſur ce point; c'eſt un pas de plus vers la vérité, & un embarras de moins dans la Phyſique. Le ſentiment de M. *Eberhard* eſt que l'air a une légere couleur bleue, il donne à l'air cette propriété, parce qu'il eſt un intermede ſubtil & tranſparent, ſervant de moyen de réfraction aux rayons de lumiere, & devant avoir une couleur, dès qu'il aura la faculté de cauſer une forte réfraction; mais, comme l'avoue cet Auteur lui-même, il faudroit encore beaucoup d'expériences pour donner à ſon aſſertion le dernier dégré de probabilité phyſique; quoi qu'il en ſoit, l'opinion de M. *Eberhard* eſt plus conforme que toute autre aux loix générales de la nature, & elle a de plus l'avantage de

ne ſe trouver démentie par aucune expérience formelle & connue juſqu'à ce jour ; ce n'eſt qu'au tems, à l'obſervation & à l'expérience, à prononcer à cet égard.

Parmi les propriétés de l'air énoncées ci-deſſus, il y en a trois qui méritent toute notre attention : ſavoir ſa fluidité, ſa peſanteur, & ſon reſſort ; nous allons les reconnoître ſucceſſivement.

CHAPITRE I.

De la Fluidité de l'Air.

LA fluidité eſt l'état d'un corps dont les parties intégrantes ſont aſſez déſunies & aſſez incohérentes pour qu'il n'oppoſe point de réſiſtance bien ſenſible à ſa diviſion dans tous les ſens, en ſorte néanmoins qu'il reſte à ces mêmes parties, aſſez d'attraction entr'elles pour qu'elles demeurent voiſines au point que cette attraction mutuelle ſoit ſenſible. Or, tel eſt l'état de l'air ; la facilité qu'ont tous les corps à le traverſer ; le peu de réſiſtance qu'il oppoſe à leur mouvement ; l'impétuoſité avec laquelle il ſe porte vers les lieux où il peut trouver accès ; tous ces effets ne permettent point de douter que les parties de l'air ne cédent aiſément à tout ce qui tend à les divi-

ſer ; & qu'elles ne ſoient elles-mêmes très-ſuſceptibles de mouvement. D'un autre côté, pluſieurs obſervations, qui ont été faites par divers Savans, prouvent que les parties intégrantes de l'Air ont une ſorte de liaiſon ou d'adhérence les unes avec les autres, & de plus s'attachent aux corps qu'elles touchent & les mouillent en quelque maniere ; quelques-unes de ces obſervations ſuffiront pour nous convaincre de cette vérité. Le P. *Merſene*, qui vivoit dans le ſiecle dernier, a le premier remarqué qu'une aiguille d'acier ou de cuivre ſe ſoutient ſur l'eau ; elle n'y poſe, dit M. *Petit* (1), que par le milieu de ſa partie inférieure, & du reſte elle y eſt comme portée dans une petite gondole d'air. Huit fois plus peſante que l'eau, s'y ſoutiendroit-elle ſans l'adhérence des particules d'air qui l'y font nager ? Elle y demeure ſuſpendue comme ſur une foule de petits ballons qui l'environnent de tous côtés ; qu'on mouille l'aiguille, on enlévera l'air qui y étoit attaché, l'aiguille tombera au fond du vaſe.

De petites feuilles de différens métaux, très-minces & d'une aſſez grande ſuperficie, ſe ſoutiennent ſur l'eau & remontent lorſqu'on

(1) Diſcours ſur l'Hiſtoire de l'Académie royale des Sciences de Paris.

les y a plongées ; ce double phénomene eſt, ſuivant le célebre Médecin nommé ci-deſſus, l'effet de l'air qui s'attache, tant au contour qu'à la ſurface des feuilles. Si la cohéſion ſeule des molécules aqueuſes entr'elles les ſoutenoit, lorſque les feuilles ſont plongées, elles ne remonteroient pas ; leur poids eſt reſté le même : ce poids n'ayant pu forcer, lui ſeul, la réſiſtance de l'eau pour ſe précipiter, ne le pourroit pas davantage pour s'élever ; d'ailleurs M. *Petit* a chiffonné ces feuilles entre ſes doigts pour diminuer leur ſurface ; elles ſont tombées ſans remonter ; leur poids n'avoit pas augmenté ; mais la ſurface diminuée ne portoit plus un volume d'air capable de les élever. Ce qui pourroit contribuer de nouveau à leur élévation, dans le premier cas, c'eſt que les feuilles, outre l'air qu'elles portent avec elles, en trouvent encore dans l'eau. Ce nouvel air qu'elles rencontrent en chemin, augmente le volume de celui qu'elles ont déjà, en s'y réuniſſant : auſſi remarque-t-on que plus la feuille plongée s'approche de la ſurface, plus elle s'éleve rapidement ; c'eſt une confirmation de l'adhéſion des particules d'air entr'elles. La fluidité eſt non-ſeulement une qualité de l'air ; comme nous venons de le prouver, elle paroît encore lui appartenir eſſentiellement. L'air eſt

toujours fluide ; & juſqu'à préſent nous ne connoiſſons aucun moyen de le rendre ſolide, en détruiſant ſa fluidité en tout ou en partie.

L'étincellement que Boerhaave obſerva dans l'air illuminé des rayons du ſoleil, & qu'il crut d'abord produit par une congélation de ce fluide, ne procédoit, ſuivant la découverte qu'il fit enſuite, que de particules aqueuſes flottantes dans l'atmoſphere, leſquelles avoient été ſaiſies par le froid & converties en petits glaçons (1). L'air conſerve ſa fluidité dans un froid artificiel de 44 degrés plus grand qu'aucun froid naturel ; enfin la plus forte compreſſion qu'on puiſſe exercer contre l'air, n'altere pas ſenſiblement ſa fluidité, quelque tems qu'on le retienne dans cet état de violence.

Quoiqu'on n'aye jamais obſervé dans la nature ni dans les refroidiſſemens artificiels, un degré de froid aſſez fort pour priver l'air de ſa fluidité, nous croyons cependant, avec Boerhaave & le plus grand nombre des Phyſiciens, que l'air n'eſt pas eſſentiellement fluide par lui-même, mais qu'il emprunte cette maniere d'être du feu qui le pénetre, qu'il retient toujours, & dont il eſt abſolument inſéparable, & qu'une chaleur bien médiocre ſuffit pour

(1) Boerhaave, Elémens de Chymie.

entretenir la fluidité de l'air : ainſi cet élément n'a, ſuivant nous, qu'une fluidité médiate ou ſecondaire, ſes parties intégrantes ſont diminuées de contact, déſunies ou même ténues dans un certain degré d'éloignement les unes des autres, par l'interpoſition de la matiere du feu ou plutôt de la lumiere ; tandis que celle-ci ſemble être fluide par ſa nature, c'eſt-à-dire que nous concevons la figure de ſes parties intégrantes, telle que ces mêmes parties ne peuvent toucher entr'elles que par un point ou un côté infiniment petit, & par conſéquent n'avoir entr'elles que peu ou point d'adhérence.

L'air, quoique plus fluide que les liquides, ne paſſe pas ou du moins paſſe très-difficilement au travers de certains corps, tels que le papier, le parchemin, le carton, &c. ou de tout autre corps de même eſpece ; tandis que l'huile, l'eſprit de vin, l'eau, les ſels en diſſolution dans l'eau, &c. y paſſent avec aſſez de facilité ; c'eſt une obſervation connue des Phyſiciens, quelques-uns en ont même conclu que les parties intégrantes de l'air étoient plus groſſieres que celles des autres fluides. Je penſe, avec pluſieurs autres, qu'on doit attribuer cet effet purement & ſimplement au jeu des tuyaux capillaires. L'air ne mouille pas ces différens corps à la maniere des liquides ; s'il y a attrac-

tion entr'eux & les molécules d'air, elle ne peut être que très-foible ; l'air ne peut ſe filtrer au travers de leurs pores, à moins qu'il n'y ſoit contraint par une force étrangere ; il en eſt de même de l'eau qu'on voudroit faire paſſer au travers d'un papier huilé, comme elle ne peut plus mouiller les parties propres du papier, ſa filtration n'a plus lieu.

CHAPITRE II.

De la Peſanteur de l'Air.

L'AIR eſt peſant, c'eſt-à-dire que ce fluide a, comme les autres corps ſublunaires, une tendance vers le centre de la terre. *Ariſtote* (1) paroît n'avoir pas ignoré cette qualité de l'air ; il parle d'une veſſie remplie d'air, qui peſoit davantage qu'une veſſie vuide d'air. *Plutarque* & *Stobée* le citent, comme ayant enſeigné que l'air tenoit un milieu entre la terre & le feu, quant à ſa peſanteur ; & ce même Philoſophe, traitant de la reſpiration, rapporte l'opinion d'*Empedocles*, qui en attribuoit la cauſe au poids de l'air, qui, par ſa preſſion, s'inſinuoit avec force dans les poumons. *Plutarque* parle auſſi dans les mêmes termes du

(1) De Cœlo. lib. IV. chap. 1. pag. 420.

ſentiment d'*Aſclépiades* touchant la reſpiration ; il lui fait dire, entr'autres choſes, que l'air extérieur eſt porté avec force dans la poitrine par ſa peſanteur.

Quoique les Anciens connuſſent la peſanteur de l'Air, ils rapportoient cependant la plupart de ſes effets à une cauſe imaginaire, à un être de raiſon, qu'ils appeloient l'*horreur de la nature pour le vide*. Demandoit-on, par exemple, aux Diſciples d'Ariſtote, par quelle raiſon l'eau monte dans une pompe aſpirante dont on tire le piſton, tandis que le tuyau d'aſpiration eſt plongé dans l'eau ? *La nature a horreur du vuide*, diſoient-ils, & elle oblige l'eau à remplir celui qu'on a fait dans la pompe en élevant le piſton. « C'étoit, dit M. *Saverien* (1), » expliquer une choſe par une choſe inexpliquable ; car, on auroit bien embarraſſé les Ariſto» téliciens, ſi on leur avoit d'abord demandé » ce que c'eſt que la Nature ; en ſecond lieu » comment elle avoit horreur du vide ; & enfin » pourquoi elle l'avoit ? Ces queſtions étoient » fort raiſonnables ; cependant, ſans ſonger » à y répondre, on ſe contenta de cette rai» ſon ; les Phyſiciens même s'en contenterent » pendant long-tems ; & ce ne fut que par

(1) Hiſtoire des Progrès de l'Eſprit humain dans les ſciences naturelles ; de l'Air, pag. 108.

» hasard qu'ils en reconnurent l'insuffisance ».

Un Jardinier de Florence ayant voulu faire usage d'une pompe aspirante, plus longue que celles qu'on emploie ordinairement, ne put jamais parvenir à faire monter l'eau au-dessus de 32 pieds. Trompé dans son attente & ne sachant à quoi s'en prendre, il fut trouver *Galilée*, espérant que ce Mathématicien le mettroit sur la voie de réussir dans son entreprise; ce Philosophe n'apprit pas sans étonnement que l'eau refusoit de s'élever au-delà de 32 pieds dans les pompes; il dissimula cependant sa surprise, & se contenta de dire au Jardinier que la raison de cela étoit que *la nature n'avoit horreur du vide que jusqu'à un certain point.*

Tout autre que Galilée auroit pu se persuader que l'horreur du vuide avoit ses limites au-delà desquelles la nature étoit indifférente; mais ce Philosophe étoit trop grand Physicien pour ne pas reconnoître, dans le jeu des pompes, l'effet d'une cause mécanique & limitée dans son action: on prétend même qu'il conjectura que l'air étoit cette cause; mais il mourut sans avoir pu s'en assurer.

Son disciple *Toricelli*, pour vérifier cette conjecture, imagina une expérience aussi simple que concluante; & voici comment il

raiſonna. En ſuppoſant, dit-il, que l'aſcenſion de l'eau dans une pompe aſpirante ſoit l'effet d'une cauſe mécanique, bornée dans ſon action, il eſt conſtant que cette cauſe ayant à agir contre un fluide d'une peſanteur ſpécifique plus grande que celle de l'eau, ne l'élevera ou ne le ſoutiendra qu'à une hauteur réciproque à ſa denſité. De-là, ſi cette force ne peut élever & ſoutenir l'eau qu'à la hauteur de 32 pieds ou environ, elle n'élevera & ſoutiendra le mercure qu'à la hauteur de 27 à 28 pouces, puiſque ce fluide étant environ quatorze fois plus peſant que l'eau, n'aura beſoin, pour faire équilibre à cette force, que de parvenir à une hauteur environ quatorze fois moindre. L'expérience qui ſuivit de près ce raiſonnement eut tout le ſuccès que *Toricelli* s'en étoit promis.

Pour la faire, il prit un tube de verre de quatre pieds de hauteur, fermé hermétiquement à une de ſes extrémités : il le remplit entiérement de mercure, boucha enſuite avec le doigt l'orifice de ce tube, & plongea ce dernier dans une cuvette qui contenoit du mercure & de l'eau ; il retira ſon doigt, alors le mercure contenu dans le tube tomba en partie dans la cuvette & demeura ſuſpendu à 27 ou 28 pouces dans l'intérieur du tube.

Nous obſerverons, en faveur de ceux qui voudroient répéter cette expérience, 1°. qu'elle réuſſit également bien lorſque la cuvette ne contient que du mercure, mais en quantité ſuffiſante pour noyer l'extrémité ouverte du tube ; 2°. que, lorſqu'on verſe du mercure dans le tube, l'air s'engage entre les globules du mercure & interrompt leur continuité : cet air, moins peſant que le mercure ſe porteroit en grande partie vers la voûte du tube & feroit baiſſer la colonne de mercure d'une quantité plus ou moins ſenſible ; mais on a ſoin de l'expulſer du tube, non pas en employant l'action du feu, comme on le pratique dans la conſtruction des Barometres, mais ſimplement en faiſant aller & venir dans le tube une groſſe bulle d'air qu'on y a renfermée avec le mercure ; cette bulle d'air ſe joint par affinité d'aggrégation aux bulles d'air plus petites qu'elle rencontre dans la longueur de la colonne de mercure, & elle les entraîne avec elle. A la vérité, par ce moyen on n'expulſe du tube que les bulles d'air les plus groſſieres ; mais celles qui reſtent ne nuiſent pas ſenſiblement au ſuccès de l'expérience.

Le P. *Merſenne*, Minime de Paris, chez lequel les Savans de cette Capitale s'aſſembloient alors, apprit le premier l'expérience de *Tori-*

celli : on la lui manda d'Italie en 1644 ; il en fit part à M. *Petit*, Intendant des Fortifications, qui la communiqua au célebre *Paſchal* : ce grand homme cultivoit alors les Sciences avec le ſuccès que tout le monde connoît, & ce ſujet étoit trop piquant pour ne pas fixer ſon attention. Auſſi fit-il pluſieurs expériences relatives à cet objet qui décelent le génie de leur Auteur ; ces expériences ſont conſignées dans un Ouvrage qu'il publia en 1647. *Galilée*, *Toricelli*, avoient penſé que l'aſcenſion de l'eau ou ſa ſuſpenſion dans les pompes aſpirantes étoit un effet de la peſanteur de l'air ; mais ce n'étoit qu'une conjecture ; *Paſchal* voulut la vérifier, & il imagina pour cela pluſieurs expériences (1), entre leſquelles nous diſtinguerons celle qui fut faite au Puy-de-Dôme en Auvergne, le 19 Novembre 1648 ; elle vient à l'appui du raiſonnement que *Paſchal* fit avant de l'entreprendre.

Si la preſſion de l'air eſt la cauſe de l'aſcenſion de l'eau dans les pompes aſpirantes, c'eſt d'elle que dépend auſſi la ſuſpenſion du mercure dans le tube de *Toricelli*. En ne conſidérant ici que ce tube, le mercure y eſt ſoutenu par la preſſion d'une colonne d'air de même baſe que la colonne de mercure, &

(1) *Paſchal*, Traité de l'équilibre des liqueurs.

dont la longueur équivaut à la hauteur de l'atmoſphere, priſe depuis la ſurface du mercure contenu dans la cuvette; or, la baſe de cette colonne d'air demeurant la même, ſa preſſion doit augmenter ou diminuer, ſelon qu'elle eſt plus longue ou plus courte. En conſéquence, ſi on répete l'expérience de *Toricelli* au pied & ſur le ſommet d'une montagne, la colonne d'air étant plus longue dans le premier cas que dans le ſecond, la colonne de mercure ſuſpendue dans le tube, ſera plus longue au pied de la montagne qu'à ſon ſommet.

Ce fut après avoir ainſi raiſonné que *Paſchal* engagea un de ſes amis, nommé *Perrier*, à faire l'expérience de *Toricelli* au bas & ſur le ſommet de la montagne du Puy-de-Dôme en Auvergne, & de tenir compte des variations qu'il remarqueroit dans la longueur de la colonne de mercure.

M. *Perrier* fit d'abord cette expérience dans le Jardin des Minimes (c'eſt à-peu-près l'endroit le plus bas de la Ville de Clermont), & la colonne de mercure s'y trouva ſuſpendue à 26 pouces 3 lignes & demie; il la répéta enſuite au haut du Puy-de-Dôme, à 500 toiſes environ, au-deſſus du Jardin des Minimes, & la colonne de mercure ne s'y trouva ſuſpendue qu'à la hauteur de 22 pouces 2 lignes

2 lignes. M. *Perrier* ne s'en tint pas à ces ſeules obſervations, il fit des ſtations à différentes hauteurs ſur la croupe de la montagne, & par-tout il remarqua des variations dans la longueur de la colonne de mercure ; il rendit compte de ſes obſervations à ſon illuſtre ami. Peu de tems après, celui-ci répéta la même expérience à Paris, au bas & au haut de pluſieurs tours fort élevées, telles que celles de S. Jacques la Boucherie, de notre Dame, & le ſuccès fut le même.

Il fut prouvé inconteſtablement, par cette expérience de *Paſchal*, & en général par toutes celles qui ſont rapportées dans ſon Traité de l'Equilibre des liqueurs, que la peſanteur de l'air eſt la cauſe de l'élévation de l'eau dans les pompes aſpirantes, & de la ſuſpenſion du mercure dans le tube de *Toricelli*. Tous les Savans cependant ne ſe rendirent pas à l'évidence ; quelques-uns, prévenus en faveur de l'horreur du vide, propoſerent leurs objections : *Wallis* entr'autres objecta que ſi on ſuſpendoit, à l'un des bras d'une balance, l'appareil de *Toricelli*, après l'avoir rempli de mercure, on ſeroit obligé d'employer la même quantité de poids pour le tenir en équilibre, ſoit que l'extrémité ouverte du tube plongeât dans la cuvette à la maniere ordinaire, ou

que cette même extrémité fût tournée vers le bras de la balance, l'extrémité ſcellée étant alors plongée dans la cuvette. Par conſéquent, diſoit *Wallis*, la colonne de mercure ſuſpendue dans le premier cas, n'eſt point ſoutenue par la preſſion de l'air, puiſque ſi elle l'étoit, on n'auroit à équilibrer que le poids du tube, au lieu qu'il faut équilibrer en même tems le poids de la colonne de mercure.

Cette objection n'en impoſa point aux Philoſophes qui avoient embraſſé la nouvelle doctrine ; l'un d'eux y répondit par une expérience qui prouve évidemment que ce n'eſt point le poids de la colonne de mercure que l'on ſoutient ou contrebalance dans la premiere expérience de *Wallis*, mais le poids de la colonne d'air qui s'appuie ſur la voûte du tube.

Pour faire cette expérience prenez un tube de verre d'environ 3 pieds de longueur, ouvert à ſes deux extrémités, mais dont la ſupérieure ſoit évaſée de maniere à préſenter un petit entonnoir étranglé vers ſa baſe ; fermez cette ouverture avec un morceau de veſſie mouillée, que vous lierez tout-au-tour après l'avoir bien tendue, & répétez l'expérience de *Toricelli*.

La colonne de mercure s'étant fixée dans le tube à la hauteur qu'elle doit avoir, la veſſie

formera alors une eſpece de calotte dont la convexité répondra au-dedans du tube. Or, la veſſie ne prend cette forme que par ce que elle eſt preſſée par la colonne d'air qui repoſe deſſus, & dont l'action ne peut être contrebalancée, le tube étant vide dans ſa partie ſupérieure. C'eſt donc le poids de cette colonne d'air, & non celui de la colonne de mercure, que l'on eſt obligé d'équilibrer dans la premiere expérience de *Wallis*.

Ce qui prouve encore que la veſſie eſt preſſée par la colonne d'air correſpondante, c'eſt la chûte précipitée de la colonne de mercure qui aura lieu ſi on perce la veſſie avec une aiguille ou tout autre corps pointu; l'ouverture pratiquée dans la veſſie donnera entrée à la colonne d'air ſupérieure; celle-ci déploiera alors ſa preſſion contre la colonne de mercure, & rendra nulle pour ainſi dire celle de la colonne d'air inférieure; en effet, ces deux colonnes d'air agiront en ſens contraire, & de plus avec des forces ſenſiblement égales, puiſque l'excès de longueur de l'une ſur l'autre, n'équivaudra qu'à la hauteur du tube, & que cette hauteur, comparée à toute celle de l'atmoſphere, peut être réputée nulle relativement à la différence qu'elle peut apporter dans le poids de la colonne d'air. La colonne de mercure,

ſe trouvant ainſi entre deux forces égales & oppoſées, n'obéira ni à l'une ni à l'autre; mais à la force de gravitation; en un mot, elle ſe précipitera dans la cuvette.

Les zélés défenſeurs de l'horreur du vide, reconnurent enfin les effets de la peſanteur de l'Air dans le tube de *Toricelli*, dans les pompes, & en général dans la production de tous les phénomènes attribués juſques-là à cette horreur de la nature pour le vide.

Otto-Guerik, Conſul de Magdebourg, ayant étudié les effets des pompes, imagina la *Machine pneumatique*, & fit, avec cette eſpece de pompe, pluſieurs expériences qui aſſurerent à l'Air la propriété qu'on venoit de lui reconnoître. Ce fut en 1654 qu'*Otto-Guerik* fit les premiers eſſais de cette nouvelle machine, qui étoit d'ailleurs fort imparfaite: on peut en juger par la deſcription que ſon Auteur en donna peu de tems après, dans un de ſes Ouvrages, intitulé: *Experientia novæ Magdeburgica, de ſpatio vacuo*; & mieux encore par une deſcription plus détaillée de cette machine (1) que le pere *Schot* jugea à propos de donner enſuite.

Dans le même tems que ces deux Phyſiciens

(1) Ars. mech. hydraulico-pneumatica.

travailloient à l'envi à perfectionner la machine pneumatique, le célebre *Boyle*, en Angleterre, aidé des ſecours de *Robert Hook* & de *Papin*, en conſtruiſoit une qu'il avoit imaginée, & qui étoit bien plus parfaite que celle d'*Otto-Guerik*: auſſi c'eſt de cette machine que les Phyſiciens firent uſage, & ils la nommerent *Machine* ou *Pompe de Boyle.* Il faut cependant convenir que cette machine n'étoit pas non plus ſans défauts, & qu'elle doit le degré de perfection qu'on lui reconnoît aujourd'hui aux corrections & aux modificatious différentes qu'elle a ſouffert, en paſſant ſucceſſivement par les mains de *Volder*, d'*Hauxbée*, de s'*Graveſande*, des *Muſchenbroek*, de *Homberg* & de pluſieurs autres Phyſiciens célebres.

La machine pneumatique dont on ſe ſert le plus communément, eſt compoſée de cinq piéces principales; d'une pompe avec ſon piſton, d'une platine, d'un tuyau qui communique depuis la pompe juſqu'à la platine, d'un robinet qui traverſe ce canal de communication, & d'un vaſe de criſtal qu'on met ſur la platine.

Le corps de la pompe eſt un cylindre de cuivre calibré intérieurement, c'eſt-à-dire de même diametre dans toute ſa longueur, & le piſton qu'on y fait jouer eſt compoſé de plu-

ſieurs tranches de liége enfilées ſur le même arbre, & appliquées les unes ſur les autres avec autant de cuirs gras interpoſés & repliés ſur chaque liége ; on fait mouvoir ce piſton à l'aide d'une tige de fer, terminée par une eſpece d'étrier, dans lequel on met le pied pour le faire deſcendre ; on le remonte avec le pied & avec la main qu'on applique à une branche de fer montante, qui eſt ſoudée ſur la tête de l'étrier.

La platine & le tuyau de communication qui ſont auſſi de cuivre, & dont le corps de pompe eſt ſurmonté, ſont ſoudés très-exactement enſemble, & le tuyau l'eſt lui-même avec le corps de pompe. Une partie de ce tuyau ſurmonte la platine & excéde ſon plan de quelques lignes ; cette partie eſt tarraudée, pour qu'on puiſſe viſſer deſſus quantité de piéces dont nous parlerons ailleurs. La platine eſt bien dreſſée ; malgré cela on a ſoin de la couvrir d'un morceau de peau imbibée d'eau ou d'huile, afin que les bords du vaiſſeau, dans lequel on veut faire le vide, s'appliquent plus exactement à la platine.

Enfin le robinet de cette machine eſt pratiqué à la baſe même du canal communiquant, & par conſéquent très-près du corps de la pompe ; il a communément 3 pouces de

longueur ; ſa clef, qui eſt de cuivre, eſt retenue en place par un écrou ; elle eſt percée perpendiculairement à ſon axe & de part en part, pour établir une communication entre le corps de la pompe & le vaiſſeau que l'on a placé ſur la platine. Cette clef préſente encore un canal oblique qui regne dans ſon épaiſſeur, depuis ſon milieu juſqu'à une de ſes extrémités, & qui ſert à faire communiquer avec l'air extérieur, ſoit la capacité de la pompe, ſoit celle du vaiſſeau placé ſur la platine. Mon oncle, M. *de la Fond*, a décrit & fait graver une machine pneumatique de cette eſpece dans le premier volume de ſa *Deſcription & Uſage d'un Cabinet de Phyſique.*

La premiere expérience qui ſe préſente naturellement à faire, avec le ſecours de cette machine, prouve inconteſtablement que l'Air eſt peſant.

Si on poſe une cloche de verre, autrement dit un récipient, ſur la platine de la machine pneumatique, il n'adhérera pas ſenſiblement avec cette platine, par la raiſon qu'il renferme une maſſe d'air de même denſité que l'air extérieur, & dont le reſſort par conſéquent contrebalance l'action de l'air qui environne le récipient, comme nous le remarquerons plus particulierement ailleurs.

Mais le piſton étant au haut de la pompe, & la clef du robinet tournée de maniere que le trou perpendiculaire à ſon axe réponde d'un côté au récipient, & de l'autre côté au corps de pompe, ſi on fait deſcendre le piſton, l'air, renfermé dans le récipient, ſe précipite en partie dans le corps de pompe, qui lui préſente alors un eſpace vide; ſi on interrompt enſuite la communication du corps de pompe avec le récipient, en ouvrant dans le même tems une autre communication entre le corps de pompe & l'air environnant (la clef du robinet préſente ce double avantage lorſqu'on lui a fait faire un quart de révolution), & qu'après cela on faſſe remonter le piſton, on parvient, par ce moyen, à expulſer toute la quantité d'air qui avoit paſſé dans la pompe. L'air du récipient ayant perdu de ſa denſité en ſe développant, il n'a plus aſſez de reſſort pour contrebalancer l'action de l'air extérieur, & l'excès de preſſion de celui-ci ſur le récipient ſe manifeſta par l'adhérence que ce dernier contracte avec la platine de la machine.

Cette adhérence étant une ſuite de la prépondérance de l'air extérieur, elle doit augmenter & elle augmente en effet à proportion qu'on retire l'air du récipient; d'où il ſuit que, pour amener cette adhérence à ſon plus

haut point, il faudroit faire un vide parfait dans le récipient ; mais cela n'eſt pas poſſible, par la raiſon que l'air eſt un fluide expanſible, qui s'étend ou ſe raréfie en proportion des capacités qu'on lui préſente, & dont l'expulſion par conſéquent ne peut ſe faire qu'en progreſſion géométrique ; c'eſt-à-dire que ſi les deux capacités dont il eſt ici queſtion, celle de la pompe & celle du récipient, ſont par exemple égales entr'elles, la maſſe d'air compriſe ſous le récipient, ſe diſtribuera également entre ces deux capacités : de ſorte que ce qui reſtera d'air dans le récipient, après le premier coup de piſton, ne ſera plus que la moitié de la premiere maſſe d'air ; mais cette moitié qui occupera, comme le tout, la capacité entiere du récipient, & cela par une ſuite néceſſaire de ſon expanſibilité, n'aura point perdu cette propriété en ſe raréfiant, elle la mettra de nouveau en jeu, ſi on fait deſcendre une ſeconde fois le piſton ; par conſéquent, le même rapport ſubſiſtant, on ne retirera, au deuxieme coup de piſton, que la moitié de cette derniere maſſe d'air, ce qui ne fait que le quart de la premiere. Il ne reſtera donc plus ſous le récipient qu'un quart de la maſſe d'air qu'il renfermoit avant la premiere éva-

cuation, par la même raiſon un troiſieme coup de piſton enlévera ſeulement la moitié du quart ou un huitieme de la maſſe totale, qu'un quatrieme coup de piſton réduira à un ſeizieme, & ainſi de ſuite ; de ſorte qu'on ne pourra parvenir à expulſer parfaitement l'air du récipient.

Cette expulſion ou raréfraction de l'air ne ſe faiſant que ſelon la progreſſion géométrique, $\frac{1}{2} : \frac{1}{4} : \frac{1}{8} : \frac{1}{16} : \frac{1}{32} : \frac{1}{64}$: &c. il faudroit un nombre infini de coups de piſton pour faire le vide dans le récipient, puiſqu'on démontre que la progreſſion que nous venons d'indiquer doit aller juſqu'à l'infini pour que la ſomme de tous ſes termes devienne égale à l'unité.

L'adhérence qu'on remarque entre la platine de la machine pneumatique & une cloche de criſtal, de laquelle on a pompé l'air, étant produite par la preſſion de l'air environnant, ce vaſe très-fragile ne réſiſteroit point à cette action de l'air s'il n'étoit arrondi uniformément, ſi ſes parties ne reſſembloient à celles dont on fait les voûtes ; on doit en effet les conſidérer comme autant de petits coins ou de pyramides tronquées qui ſe ſoutiennent mutuellement à meſure qu'ils ſont preſſés par l'action de l'air : l'expérience vient à l'appui de cette obſervation.

Si on pompe l'air d'un vaiſſeau qui ait pour fond un morceau de veſſie, qu'on aura étendue & liée très-exactement ſur ce vaſe, la preſſion qu'exercera l'air extérieur ſur cette veſſie, à proportion de la raréfaction de l'air intérieur, lui fera prendre la forme d'une calotte renverſée, dont les dimenſions augmenteront de plus en plus; & enfin la veſſie crêvera avec éclat, en ſuppoſant qu'elle ſoit très-ſeche & un peu mince.

Un carreau de verre, mis à la place de la veſſie, ſe briſeroit de même, s'il étoit appliqué exactement ſur les bords du vaiſſeau, de maniere que l'air ne pût ſe faire jour par la jonction.

Il en ſeroit encore de même d'une bouteille de verre, mince & applatie, que l'on ſoumettroit à la même épreuve; les côtés plats de cette bouteille ſeroient pouſſés l'un vers l'autre par l'action de l'air extérieur; elle ſe briſeroit avec éclat, & ſe réduiroit en pouſſiere.

Nous obſerverons ici, en faveur de ceux qui voudroient répéter ces deux dernieres expériences, que, quoiqu'il ſoit poſſible de ſe garantir des éclats du verre en recouvrant l'un & l'autre appareil d'une ſerviette, on peut cependant ſe diſpenſer de les faire; le ſuccès en étant

assuré, & par celle de la vessie & par ce qui arrive assez souvent aux petites bouteilles de verre minces & applaties, lorsqu'à demi-pleines de liqueur, on les porte à la bouche pour boire à même : la succion raréfiant l'air intérieur, l'air extérieur devient prépondérant & réduit la bouteille en éclats.

Le bruit qui accompagne ces sortes d'expériences, & sur-tout celle de la vessie, vient de la promptitude avec laquelle l'air se porte dans un vaisseau vide dont il frappe les parois.

Un phénomène se présente ici à expliquer : c'est celui des *larmes Bataviques*, appelées ainsi, parce que c'est un Ouvrier Hollandois, en latin *Batavus*, qui en a fait la découverte. Cet Ouvrier, ayant laissé tomber un peu de verre fondu dans l'eau froide, il se forma une larme de verre ; en examinant cette larme, il vit avec surprise qu'elle résistoit aux coups redoublés d'un marteau, donnés sur sa partie la plus grossiere ; cependant cette lame se brisa avec bruit & se réduisit en poussiere lorsqu'il en rompit le petit bout ; ce qui le surprit bien davantage. Enchanté de cette merveille, il fit plusieurs larmes semblables qu'il montra à quelques Physiciens ; mais sans leur dire de quelle

maniere il les avoit formées. *Rohault* fut le premier en France qui découvrit le ſecret, & qui voulut expliquer le phénomène.

Selon ce Phyſicien, la larme de verre en fuſion eſt ſaiſie extérieurement par la fraîcheur de l'eau dans laquelle elle tombe, & ce ſaiſiſſement reſſerre tellement les pores de la ſurface de la larme, que ſa partie intérieure eſt encore toute rouge quand l'extérieure eſt refroidie ; les parties du dedans venant enſuite à ſe refroidir ou à ſe condenſer, elles perdent de leur volume & abandonnent par conſéquent une partie de l'eſpace qu'elles occupent ; il ſe fait donc un vide au milieu de la larme, qu'on apperçoit par la matiere ſubtile qui le remplit. De-là, quand on caſſe la pointe de la larme, la matiere ſubtile, qui eſt reſſerrée dans cet eſpace, cherche à s'échapper par les pores de la maſſe vitreuſe, qui ſe terminent en pointe à la ſurface ; mais elle eſt repouſſée par la matiere ſubtile environnante ; il ſe forme un choc, & ces matieres étant en action, ſe font paſſage à travers les pores de la larme qu'elles réduiſent en pouſſiere.

Peu ſatisfait de cette explication, le célebre *Mariotte* (1) prétend que la larme ſe briſe

(1) Second Eſſai de la nature de l'Air.

quand on en caſſe le bout, parce que l'air s'inſinue avec violence pour remplir les petits vides que les parties du dedans ont laiſſé au milieu d'elles lors de leur condenſation & de leur approximation vers les parties refroidies bruſquement par le contact de l'eau froide.

Cela paroît plus vraiſemblable & s'accorde en quelque ſorte avec ce que nous avons obſervé de l'air qui entre en poſſeſſion d'un eſpace vide. Cependant on peut encore dire, avec M. l'Abbé *Nollet*, & même avec le plus grand nombre des Phyſiciens, que, comme le verre ayant été en quelque maniere trempé, eſt devenu plus caſſant, la moindre rupture fait développer la vertu élaſtique de ſes parties, & leur reſſort, en ſe déployant, réduit la larme en pouſſiere, & achève en cela ce que l'air a commencé, en pénétrant dans les vides que ces mêmes parties préſentoient entre elles avant la rupture de la pointe.

Cette explication eſt d'autant plus ſatisfaiſante que, ſi l'on fait chauffer une larme Batavique ſur des charbons ardens juſqu'à l'incandeſcence, elle ne ſe briſera plus dans les mêmes circonſtances; ſans doute parce que ſes parties s'arrangent & ſe joignent plus ſolidement après cet eſpece de recuit.

La connoiſſance du phénomène des larmes

Bataviques nous conduit naturellement à obſerver que, de quelque maniere qu'on veuille travailler le verre, ſoit en le ſouffiant pour en faire des uſtenſiles, ſoit en le coulant pour en faire des glaces, il eſt eſſentiel de ne pas le laiſſer refroidir ſubitement, parce que le paſſage trop rapide d'une grande chaleur à une température ſi différente, lui ôteroit toute ſa ſolidité. Auſſi on le porte dans des fours trop peu échauffés pour le ramollir, & on lui laiſſe perdre inſenſiblement ſa chaleur, ſans être expoſé au contact de l'air froid : c'eſt ce qu'on appelle recuire le verre.

En reprenant la ſuite des effets que l'air produit à raiſon de ſa tendance au centre de la terre, nous obſerverons d'abord qu'*Otto-Guerik* (1) nous en offre une nouvelle preuve dans une expérience qu'il fit avec deux hémiſphères creux de métal, dont le diametre étoit de trois-quarts d'aune de Magdebourg. Après avoir placé un cuir gras entre leurs bords pour empêcher que l'air extérieur n'entrât dans leur capacité, il en pompa l'air, à l'aide de ſa machine pneumatique, & ils adhérerent ſi fortement l'un à l'autre, que ſeize chevaux ne purent enſuite les ſéparer.

(1) Exper. nov. Mag. de Spa. vacuo. lib. III. cap. 23.

M. *Hauxbée*, ayant répété cette expérience avec des hémiſphères de 3 pouces & demi de diametre, n'a pu les ſéparer qu'à l'aide d'un poids de 140 livres (1). Nos hémiſphères ſont encore plus petits, ils n'ont que 2 pouces & demi de diametre; & cependant deux perſonnes qui tirent en ſens contraire ces hémiſpheres, lorſqu'ils ſont joints par la preſſion de l'air, ne parviennent point à les ſéparer.

Nous croyons devoir obſerver ici que la preſſion de l'air n'eſt pas la ſeule & unique cauſe de l'adhérence de ces hémiſpheres, que la force attractive, qui maîtriſe toutes les parties de la matiere, ſe joint ici à la preſſion de l'air & contribue à l'adhérence que ces hémiſpheres contractent enſemble; mais que cependant le poids de l'air joue le plus grand rôle dans ce phénomene, ainſi que l'expérience l'a appris (2).

Parmi les expériences que fit encore *Otto-Guerik*, pour prouver que l'air a une peſanteur abſolue, en voici une bien déciſive. Ce Savant prit un ballon de verre, il le ſuſpendit au bras d'une balance très-mobile, & le mit

(1) Exp. Phyſ. Méc. tom. I. pag. 58.

(2) *Muſchenbroek*, Cours de Phyſique-Mathématiques. tome III. trad. de M. *de la Fond.*

en équilibre avec un contrepoids ; il adapta enſuite ce ballon à ſa machine pneumatique & il le vuida d'air auſſi exactement qu'il lui fût poſſible ; cela fait, il le peſa de nouveau, & il remarqua qu'il avoit perdu de ſon poids, & qu'il falloit en conſéquence le charger d'un nouveau poids pour qu'il devînt auſſi peſant que le contrepoids avec lequel il étoit d'abord en équilibre.

Toutes les expériences que nous venons de rapporter & d'indiquer, prouvent inconteſtablement que l'air preſſe de haut en bas ; mais il en eſt de la peſanteur abſolue ou de la preſſion de l'air, comme de celle de tous les autres fluides ; elle ſe développe en toutes ſortes de directions avec la même force : c'eſt ce qu'on pourra conclure des expériences ſuivantes.

Répétez l'expérience de *Toricelli* avec un tube ouvert à une de ſes extrémités, & en même tems vers le milieu de ſa hauteur ; toutefois après avoir appliqué & lié ſur cette ouverture latérale un morceau de veſſie mouillée ; la colonne de mercure ayant pris dans le tube la hauteur qui lui convient, percez alors la veſſie avec une aiguille, l'air pénétrera dans le tube & exercera tout à la fois trois preſſions différentes ſur la colonne de mercure ; une preſſion latérale, dont l'effet ſra

la diviſion de la colonne de mercure en deux parties ; une preſſion de haut en bas, en vertu de laquelle l'air précipitera dans la cuvette la portion de la colonne de mercure compriſe depuis l'ouverture latérale juſqu'à l'extrémité inférieure du tube ; enfin l'air exercera une preſſion de bas en haut, car la portion reſtante de la même colonne s'élevera dans le tube & ira frapper vigoureuſement la voûte de ce même tube.

Etabliſſez, ſur la platine de la machine pneumatique, un moulinet fort mobile, & couvrez-le d'un récipient percé d'un petit trou ſur le côté, de façon que cet orifice réponde au plan des aîles du moulinet ; bouchez ce même orifice avec le doigt, ſi vous n'aimez mieux y appliquer un autre corps étranger, comme un peu de cire verte ; pompez enſuite l'Air du récipient, puis débouchez l'ouverture latérale ; l'Air s'introduira à l'inſtant dans le récipient, il frappera bruſquement les aîles du moulinet, & il le mettra en mouvement ; il ſera prouvé par-là que l'air preſſe latéralement.

On aura également une preuve iſolée de la preſſion que ce fluide exerce de bas en haut, ſi on répete l'expérience qui ſuit.

Rempliſſez d'eau un verre à boire, au défaut d'un vaiſſeau long & étroit ; fermez-en l'ou-

verture avec un morceau de papier que vous appliquerez ſur les bords ; appuyez la paume de la main ſur ce papier, &, prenant le vaiſſeau de l'autre main, renverſez-le de façon que ſon ouverture ſe trouve en deſſous, & retirez enſuite la main ; l'eau demeurera alors ſuſpendue dans le vaſe, & gardera cette ſituation juſqu'à ce qu'on enleve le papier de deſſus l'ouverture.

La cauſe de la ſuſpenſion de l'eau, dans cette expérience, eſt aſſurément la preſſion de l'air de bas en haut ; pour s'en convaincre, il ſuffit d'obſerver que la maſſe d'eau, ainſi ſuſpendue, affecte une ſurface ſenſiblement concave à l'ouverture du vaſe, aulieu que, ſi l'adhérence du papier avec les bords du vaſe étoit la cauſe de la ſuſpenſion de l'eau, comme quelques Phyſiciens l'ont penſé, elle auroit néceſſairement une ſurface convexe ; la raiſon en eſt que la texture du papier étant relâchée par l'eau, il céderoit alors en partie au poids des colonnes d'eau ; mais ſi le papier n'eſt point la cauſe de la ſuſpenſion de l'eau, il empêche que les colonnes de cette liqueur n'oſcillent & ne faſſent place à l'air lorſqu'on renverſe le vaiſſeau, & il ſert de plus d'appui aux colonnes d'air correſpondantes lorſque le vaiſſeau eſt renverſé.

Telles ſont les expériences auxquelles nous avons jugé à propos de recourir pour convaincre nos Lecteurs d'une vérité dont la connoiſſance nous a mis à portée de rendre raiſon de pluſieurs phénomenes que nos anciens attribuoient à l'horreur du vide.

Après avoir conſidéré la peſanteur abſolue de l'air, il convient de parler de ſa peſanteur ſpécifique ou de ſon poid, comparé avec celui d'un autre corps dont la gravité eſt connue, l'un & l'autre étant pris ſous le même volume.

Galilée eſt le premier qui ait voulu déterminer l'exacte gravité ſpécifique de l'air : pour y parvenir, il la compara à celle de l'eau, & il trouva qu'elle étoit à cette derniere comme l'unité eſt à 400. Cependant le Pere *Merſene* établit enſuite le rapport de l'air à l'eau, comme 1 à 1346. *Riccioli*, *Boyle* & *Baglivi* (1), qui chercherent également à connoître la peſanteur ſpécifique de l'air, trouverent qu'elle étoit à celle de l'eau dans le rapport de 1 à 1000. La Société royale de Londres, ayant entrepris les mêmes recherches en différentes circonſtances de tems, établit le rapport de l'air à l'eau comme 1 à 840 ; une autre fois, comme 1 à 852 ; & une troiſieme fois, comme

(1) De ſtatu Aeris. pag. 448.

1 à 860 (1) *Hauxbée* (2) évalue ce rapport à celui de 1 à 885. Il eſt de 1 à 806, ſuivant le Docteur *Jurin*. *Halley* prétend que la peſanteur de l'air eſt à celle de l'eau, comme 1 à 860 ; *Homberg*, comme 1 à 1087 ; & enfin *Muſchenbroek* (3) dit qu'il y a deux termes dans ce rapport, dont le premier eſt de 1 à 606, & le ſecond de 1 à 1000 ; il penſe que le premier a lieu lorſque la denſité de l'air eſt autant grande qu'elle puiſſe être, & le ſecond lorſque l'air eſt réduit à ſa moindre denſité ; de ſorte qu'en comparant le poids de l'Air à celui de l'eau, le premier ayant une denſité moyenne, le rapport de leur peſanteur ſpécifique doit être celui de 1 à 800.

On ne ſera point ſurpris de trouver ſi peu d'accord entre les Phyſiciens qui ont cherché à connoître l'exacte peſanteur ſpécifique de l'air, ſi on obſerve que deux portions égales d'air, priſes en même tems & à différentes hauteurs, ne ſont jamais également peſantes, celle qui a été priſe dans l'endroit le plus bas peſant davantage que l'autre ; que cela a lieu depuis la ſurface de la terre juſqu'au ſommet

(1) Tranſact. Philoſ. n°. 181.

(2) Expér. Phyſ. Méch. tom. I. pag. 49.

(3) Cours de Phyſique Mathémat. tom. III.

des plus hautes montagnes; & enfin que l'air du même endroit varie continuellement de peſanteur; ce qui dépend de pluſieurs cauſes, que nous indiquerons ailleurs. Les expériences que l'Académie de Dijon a fait faire pour découvrir les cauſes des variations de peſanteur à des hauteurs inégales, ont prouvé que l'air pris à la ſurface de la terre, pouvoit peſer quelquefois juſqu'à un ſeptieme de plus que l'air pris à 20 toiſes (1).

Quoique des faits ſans nombre nous forcent à reconnoître la peſanteur de l'air; quoique nous n'ayons même aucun exemple à citer qui nous autoriſe à excepter l'Air de la loi de gravité à laquelle tous les corps ſont aſſujettis; cependant l'illuſtre *Boerhaave* (2) s'eſt permis cette conjecture; que ſi on ſéparoit d'une portion donnée d'air de l'atmoſphere, tout ce qui s'y trouve d'étranger, le poids de l'Air reſtant ſeroit très-petit, pour ne pas dire nul; mais l'expérience n'a point encore dépoſé en faveur de cette conjecture; malgré cela nous ſommes portés à croire que le poids que nous découvrons dans l'Air appartient en partie à l'eau & aux autres ſubſtances étrangeres qui ſont répandues dans cette maſſe fluide.

(1) Journal de Phyſique. tom. V. pag. 314.

(2) Boerhaave, Cours de Chimie. t. IV. p. 251 & ſuiv.

CHAPITRE III.

Du Reſſort de l'Air.

Le reſſort ou l'élaſticité de l'air n'eſt autre choſe que la force avec laquelle il tend à ſe remettre dans ſon état naturel, lorſqu'il eſt violemment raréfié ou dilaté, comprimé ou condenſé, & l'effort qu'il fait pour cela ſur les corps qui s'oppoſent à ſon rétabliſſement.

Les Anciens ont connu cette propriété de l'air, ainſi que la plupart de ſes effets. Il nous reſte un Traité d'*Hiéron* d'Alexandrie, intitulé *Spiritalia*, dans lequel il applique ſans ceſſe l'élaſticité de l'air à produire les effets les plus propres à nous convaincre qu'il la connoiſſoit parfaitement; & ce qui paroîtra encore plus ſurprenant, c'eſt que *Cleſibius* avoit, ſur ce principe de l'élaſticité de l'air, imaginé le *fuſil à vent*, que nous regardons comme une invention moderne. *Philon*, de Byzance, nous donne la deſcription la plus exacte & la plus détaillée de cette curieuſe machine, qui étoit fondée ſur la propriété que l'air a de ſe condenſer, & dont la conſtruction étoit telle, que la force de ce fluide étoit ménagée & ap-

pliquée de maniere à pouvoir lancer des pierres à une grande diſtance. Il paroît auſſi que *Seneque* n'ignoroit pas l'exiſtence du reſſort de l'air ; car il décrit (1) les efforts que l'Air fait conſtamment pour s'étendre lorſqu'il eſt reſſerré, & il dit qu'il a la propriété de ſe condenſer, & de ſe faire jour à travers les obſtacles qui s'oppoſent à ſon paſſage ; quoi qu'il en ſoit, nous examinerons le reſſort de l'air avec toute l'attention que mérite cette propriété, par rapport aux avantages qu'elle nous procure & aux applications qu'on en peut faire.

Les Phyſiciens raiſonnent diverſement ſur la cauſe du reſſort de l'air. *Richard* & quelques autres font dépendre cette propriété de la forme ſpirale des molécules de l'air, forme qui n'exiſte peut-être que dans leur imagination. Les particules de l'air, ſuivant *Paſchal*, tiennent de la nature de la laine. *Euler*, *Bernouilli* & bien d'autres encore, attribuent, avec *Deſcartes*, la propriété dont il s'agit, à la force centrifuge de la matiere ſubtile renfermée, ſuivant eux, dans les bulles d'Air, & dont le mouvement rotatoire imprime continuellement à cette ſubſtance une diſpoſition à l'expanſion. *Newton* rejette toutes ces hypo-

(1) Sen. Quæſt. nat. lib. V. cap. 6. lib. VI. cap. 16.

thèſes ; il démontre (1) que les particules de l'air ſont de nature à ſe repouſſer, à s'éloigner les unes des autres par des forces réciproquement proportionnelles à leur diſtance ; d'où il conclut que ces particules doivent former un fluide élaſtique, dont la denſité ſera toujours comme la force qui le comprime. Or, cette propriété convient à l'Air, & ſi elle ne s'y trouve pas avec une exactitude mathématique, il la poſſede à peu-près, ainſi que l'ont reconnu *Boyle*, & *Townly*, ſon Diſciple, & comme il a été depuis conſtaté par un grand nombre d'expériences & d'obſervations. Nous pouvons donc raiſonnablement admettre une force répulſive entre les parties intégrantes de l'air, & voir dans cette répulſion la cauſe de ſon reſſort.

On nous demandera ſans doute pourquoi les molécules de l'Air ſe repouſſent ainſi mutuellement, & nous dirons que les ſentimens ſont partagés ſur la cauſe de cette répulſion, & que l'opinion la plus généralement reçue eſt que cette force répulſive eſt produite par le feu, ou encore par l'électricité qui ne peut être qu'une modification du feu.

Nous rangeons le reſſort parmi les propriétés

(1) Prin. Math. liv. VI.

eſſentielles de l'Air, parce qu'il n'y a juſqu'à préſent aucun fait connu qui prouve qu'une maſſe d'air quelconque puiſſe perdre en tout ou en partie le reſſort dont elle jouit.

Boyle & *Mariotte* ont gardé pendant long-tems de l'air comprimé dans un fuſil à vent, & lorſqu'ils lui ont donné iſſue, ils n'ont pas trouvé que la compreſſion & le repos lui euſſent fait perdre de ſon reſſort. Le Docteur *Deſaguilliers* s'eſt également aſſuré de l'inaltérabilité du reſſort d'une maſſe d'air qu'il avoit comprimée de la même maniere, & qui étoit reſtée pendant ſix mois dans le même degré de tenſion (1). *Roberval*, en ſe ſervant du même moyen, a comprimé violemment une quantité donnée d'air, qu'il a tenue renfermée pendant quinze ans, & après ce tems l'Air comprimé a montré autant de force qu'il a coutume d'en avoir en pareil cas (2) : enfin *Muſchenbroek*, qui a auſſi éprouvé le reſſort de l'air, a également conclu de ſes expériences qu'une maſſe d'air retenue pendant long-tems dans un degré de compreſſion, conſerve conſtamment ſon même reſſort.

Nous obſerverons ici, avec M. *de la Fond* (3),

(1) Phœnom. pneum. prop. 31. pag. 147.

(2) Duhamel, Hiſt. Acad. Reg. lib. IV.

(3) Elémens de Phyſique théor. & expér. t. III. p. 109.

que l'expérience du fuſil à vent n'eſt point aſſez préciſe pour qu'on puiſſe en conclure l'inaltérabilité du reſſort de l'air, & cela par deux raiſons ; la premiere eſt que l'on ne peut meſurer exactement le degré de reſſort d'une maſſe d'air qui s'échappe après un long eſpace de tems, & le comparer à celui avec lequel il ſe ſeroit détendu un inſtant après avoir été renfermé dans ces ſortes d'inſtrumens.

La ſeconde raiſon, pour laquelle on ne peut conclure de cette expérience, eſt également facile à ſaiſir. On ne ſait jamais quel degré de reſſort on communique à l'air que l'on introduit dans ces inſtrumens ; on ne peut en juger que par le nombre de coups de piſton que l'on donne pour les charger, car c'eſt d'une pompe que l'on ſe ſert ; mais chaque coup de piſton ne porte pas toujours la même quantité d'air dans la culaſſe du fuſil ; cette quantité doit varier, ſuivant que le piſton remplira plus ou moins la pompe dans tous les points de ſa longueur ; & comme cette pompe, ainſi que le piſton, s'échauffent inégalement par le frottement ; il arrive ſouvent qu'une partie de la colonne d'air, contre laquelle on agit, s'échappe en gliſſant entre le piſton & les parois de la pompe. Par conſéquent, quoique l'on ſache dans quel rapport eſt la capacité de la pompe dont on ſe ſert,

avec celle de la croſſe du fuſil, & que l'on tienne compte des coups de piſton qu'on donne pour la charger, on n'eſt cependant point aſſuré du degré de reſſort que l'on communique à l'Air par ce procédé, auſſi ce ne fut point par un ſemblable moyen que *Muſchenbroek* éprouva le reſſort de l'air; celui qu'il employa eſt autant exact qu'on puiſſe le deſirer (1).

Ce Phyſicien prit un tube de verre de 3 à 4 lignes de diametre, recourbé en forme de ſyphon, dont la plus longue avoit plus de 7 pieds de longueur, & la plus courte un pied ſeulement; celle-là étoit fermée hermétiquement.

Il fit couler du mercure dans la partie courbe du tube, & il en fit couler aſſez pour que cet eſpace en fut rempli; il renferma, par ce moyen, dans la branche la plus courte, la colonne d'air qui en rempliſſoit la capacité. Afin de comprimer cette petite colonne d'air, il continua à verſer du mercure dans la jambe plus longue du ſiphon, & il la remplit de ce fluide juſqu'à la hauteur de 6 pieds; il la ferma enſuite hermétiquement, puis ayant placé & fixé le tube ſur une lame de fer, il marqua ſur cette regle un point qui indiquoit la hauteur à

(1) *Muſchenbroek*, Cours de Phyſique-Mathématique. tom. III. pag. 176, & ſuiv.

laquelle le mercure s'étoit élevé dans la jambe la plus courte, & ce fut ainſi qu'il détermina la grandeur de l'eſpace que l'air comprimé occupoit alors dans cette branche. Enfin il plaça un thermometre de *Farenheit* à côté de l'appareil, & il obſerva que la température de l'air reſtant la même, la colonne d'air renfermée dans la branche la plus courte occupoit le même eſpace, & qu'elle en occupoit un plus grand ou un plus petit, ſelon que la température varioit, c'eſt-à-dire à proportion que la chaleur augmentoit ou diminuoit dans l'atmoſphere. *Muſchenbroek* ayant retrouvé, après cinq ans d'obſervations, la même température qui régnoit au moment où il avoit marqué le point d'élévation du mercure dans la branche la plus courte, il vit que l'Air qu'elle contenoit occupoit encore le même eſpace; d'où il conclut que le reſſort de ce fluide n'avoit pas ſouffert d'altération ſenſible pendant tout le tems qu'il l'avoit retenu dans un grand degré de compreſſion.

Quoique l'Air comprimé conſerve conſtamment la faculté de s'étendre & d'occuper un plus grand eſpace, auſſi-tôt que l'on fait ceſſer les cauſes qui reſſerrent ſon volume, cependant on n'en peut pas conclure que le reſſort de l'Air ſoit inaltérable; tout ce qu'on peut aſſurer,

c'eſt qu'en ſuppoſant que cette propriété ne lui convienne pas eſſentiellement, on ignore encore par quel voie on parviendroit à l'en dépouiller.

Il y a pluſieurs moyens de mettre en jeu ou de manifeſter le reſſort de l'Air. Ces moyens, applicables aux différentes circonſtances, ſont fondés ſur la poſſibilité qu'il y a de faire occuper à l'air un eſpace ou plus grand ou plus petit que celui qui lui convient naturellement ; on peut en effet augmenter ou diminuer à volonté le volume d'une maſſe donnée d'air, ou en d'autres termes, dilater ou raréfier, condenſer ou comprimer ce fluide.

On raréfie l'Air, ſoit en diminuant la preſſion qu'il exerce naturellement ſur lui-même, par une ſuite de ſa tendance au centre de la terre, ou en ajoutant plus ou moins aux degrés de chaleur dont il eſt naturellement pénétré.

On condenſe l'air, ou en le privant d'une partie de ſa chaleur, ou en déployant contre lui l'action d'une force extérieure qui, en ajoutant à la preſſion que ce fluide exerce ſur lui-même, l'oblige à ſe retrancher dans un eſpace plus petit que celui qu'il occupe dans ſon état naturel.

Nous conſidérons l'air dans chacune de ces

circonſtances, afin de mettre nos Lecteurs à portée de reconnoître, & l'exiſtence du reſſort dans l'air, & les effets différens qu'il peut produire par l'exercice de cette propriété.

L'air abandonné à lui-même & dégagé de toute preſſion extérieure, détend & développe ſon reſſort; il entre alors ou fait effort pour entrer en poſſeſſion d'un eſpace incomparablement plus grand que celui qu'il occupe naturellement. Pour le démontrer, les Phyſiciens ont imaginé un grand nombre d'expériences. (Voyez la *Deſcription* & l'*Uſage d'un Cabinet de Phyſique*, par M. *Sigaud de la Fond.*) Mais la plus ſatisfaiſante eſt celle qui ſuit.

Prenez une veſſie flaſque dans laquelle il y ait un peu d'air enfermé, le col de cette veſſie étant lié très-exactement; renfermez-la ſous le récipient de la machine pneumatique, & pompez l'air de ce récipient. A meſure que vous le pomperez, vous affoiblirez ſon reſſort & par conſéquent ſa preſſion à la ſurface de la veſſie. L'air compris dans cette derniere, ceſſant d'être ſi fortement preſſé par l'air environnant, ſe dilatera à proportion, & tuméfiera la veſſie qui ſe gonflera d'autant plus que vous aurez retiré une plus grande quantité d'air de deſſous le récipient. Si vous y faites enſuite entrer de nouvel air, ce fluide comprimera de

nouveau la ſurface de la veſſie, ainſi que l'air qu'elle contient ; la veſſie ſe déſenflera, deviendra flaſque, & l'air ſe réduira à ſon premier volume. La veſſie ne laiſſeroit pas de s'enfler, quand même il y auroit au-deſſus un poids de dix à douze livres, parce que le reſſort de l'air compris dans cette veſſie, ſeroit ſuffiſant pour vaincre la réſiſtance de ce poids, à meſure qu'on affoibliroit l'action de l'air extérieur en le pompant.

Par cette expérience, il eſt prouvé que l'air s'étend & développe ſon reſſort quand on le décharge d'une partie du poids qu'il exerce naturellement ſur lui-même ; mais juſqu'à quel point l'expanſion de l'air peut-elle être portée dans cette circonſtance ? On ne peut réſoudre que très-difficilement cette queſtion, par la raiſon que l'atmoſphere eſt compoſé de pluſieurs fluides très-différens les uns des autres, & dont l'élaſticité differe auſſi conſidérablement. Cependant, d'après les expériences faites ſur une maſſe d'air conſidérable, priſe au haſard dans l'atmoſphere, & renfermée ſous le récipient de la machine pneumatique ; on peut conclure que cet air, tel qu'il exiſtoit à la ſurface de la terre, a pu être raréfié au point d'occuper un eſpace 4000 fois plus grand que celui qui le renfermoit auparavant.

L'air,

L'air, en qualité de fluide élaſtique, eſt dilaté par la chaleur & condenſé par le froid ; une veſſie remplie d'air & bien tendue en été, devient flaſque & ridée en hiver, perd ſes rides & reprend encore ſa tenſion en été, ſelon que l'air qu'elle renferme ſe dilate ou ſe condenſe.

Si la ſeule chaleur de l'atmoſphere ſuffit pour développer le reſſort de l'air, que ne doit-on pas attendre d'une chaleur plus conſidérable ? On peut prévoir ce qui arrivera à une veſſie pleine d'air, & liée très-exactement à ſon col, ſi on la préſente au feu de charbons ardens. On conçoit que le reſſort de l'air augmentant ici à proportion des degrés de chaleur qui lui ſeront communiqués, le fluide ſe dilatera au point de rompre la veſſie avec éclat.

On ſait que les châtaignes ou les marrons crevent ſous la cendre chaude, quand on n'a point pris la précaution de les entamer. Or, cette rupture éclatante eſt produite par l'air qui eſt renfermé ſous l'écorce & qui ſe dilate.

Les Chimiſtes doivent bien faire attention à l'expanſibilité de l'air développée par la chaleur ; car, comme la plupart de leurs opérations ſe font ſur le feu, dans des vaiſſeaux fermés, quel effet terrible le reſſort de l'air ne peut-il pas ſouvent produire ?

La chaleur augmente le volume de l'air lorſqu'il eſt libre de s'étendre, & le reſſort de ce même fluide, ſi ſon volume eſt fixé par des obſtacles, voilà ce que l'expérience nous apprend; mais quels ſont les extrêmes de la raréfaction & de l'augmentation du reſſort de l'air? Juſqu'à préſent, il n'a pas été poſſible de les découvrir; mais les expériences qu'on a faites dans l'eſpoir d'y parvenir, ont appris, 1°. que le volume de l'air augmente d'environ $\frac{1}{7}$, en paſſant du froid qui commence à produire la glace, aux chaleurs de l'été dans nos climats; il y a d'autres pays où cette différence ſe trouve plus grande; il y en a auſſi où elle eſt moins ſenſible.

2°. Que le volume de l'air, condenſé par le froid de la glace, eſt au volume de l'air dilaté par la chaleur de l'eau bouillante, dans le rapport de 2 à 3.

3°. Que le volume de l'air pris au terme de la glace, & comparé à celui qu'il acquiert lorſqu'il eſt renfermé dans un tube de verre échauffé au point de ſe fondre, ſont entr'eux dans le rapport de 1 à 3.

Robins, ayant comparé l'eſpace que l'air occupoit dans un canon de fer froid avec celui dont il s'emparoit lorſqu'il échauffoit le canon juſqu'à l'incandeſcence, il trouva que ces

eſpaces étoient entr'eux, comme 1 à 4 (1).

Boerhaave (2) obſerve que la raréfaction de l'air eſt prodigieuſe lorſqu'elle eſt cauſée par la chaleur qui met le fer en fuſion ; mais il ne détermine point cette raréfaction.

L'air qui ſe dilate d'un tiers à la chaleur de l'eau bouillante, accroît en reſſort de la même quantité, lorſqu'étant expoſé au même degré de chaleur, il n'a pas la liberté de s'étendre.

Il y a lieu de croire que l'augmentation de reſſort que l'air renfermé reçoit d'une chaleur plus grande que celle qui fait bouillir l'eau, eſt également proportionnelle à la raréfaction qu'il éprouveroit dans la même circonſtance, s'il n'étoit retenu par des obſtacles.

Il eſt prouvé que plus l'air a de denſité & plus ſa force élaſtique eſt augmentée par le même degré de chaleur. De-là, s'il eſt doublement denſe, le même degré de chaleur lui communique une force double ; par exemple, ſi l'air ordinaire ſoutient le mercure à 27 pouces dans le barometre, la chaleur de l'eau bouillante augmentera ſa force d'un tiers & le lui fera ſoutenir à 36 pouces ; mais ſi la denſité de l'air eſt double, la même chaleur augmentera

(1) *Benj. Robins*, New princi. of Gunnery. pag. 12.

(2) Elémens de Chimie, tome IV.

truction. Quoi qu'il en ſoit, la croſſe de ce fuſil eſt fort creuſe & réſiſtante ; elle eſt de fer battu & bien braſé. On y introduit & on y condenſe de l'air par le moyen d'une petite pompe foulante ; & , lorſqu'il y eſt ſuffiſamment condenſé, on le charge à balle comme un fuſil ordinaire ; cela fait, on lâche une détente ; l'air s'échappe bruſquement & pouſſe la balle avec une telle véhémence, qu'elle va percer une planche qu'on lui oppoſe, à la diſtance de plus de ſoixante pas. On peut tirer pluſieurs coups de ſuite avec ce fuſil, parce qu'il ne s'échappe à chaque fois qu'une portion de la maſſe d'air condenſée dans la croſſe ; mais les coups vont en diminuant de force, à proportion que l'air ſe trouve moins reſſerré dans cette capacité. On trouvera la deſcription de cet inſtrument dans le ſecond volume de la *Deſcription & Uſage d'un Cabinet de Phyſique, par M. de la Fond.*

Le fuſil à vent eſt une machine plus curieuſe qu'utile ; car, quelque perfection qu'on donne à cet inſtrument, il n'a jamais la force du fuſil à poudre. Cependant *Muſchenbroek* (1) rapporte qu'on préſenta une machine de cette eſpece à *Frédéric-Auguſte*, Roi de Pologne, qui pouſſoit avec force des boulets de 4 livres, & qu'ils

(1) Cours de Phyſique-mathémat. tom. III. p. 145.

perçoient à la diſtance de 400 pas, des planches de deux pouces.

Le fuſil à vent offre un avantage qui pourroit le rendre dangereux dans la ſociété, celui de porter facilement & ſans bruit un ou pluſieurs coups meurtriers ; auſſi l'uſage en eſt prohibé.

La *fontaine de condenſation* eſt un vaiſſeau de cuivre plus large par le haut que par le bas, & qui a la forme d'une conſole. On le remplit d'eau juſqu'au deux tiers environ de ſa capacité ; on applique enſuite, à vis, à ce vaiſſeau, un canal garni d'un robinet dans le haut, qui deſcend juſqu'au fond, à une ligne près ; cela fait, on monte à vis ſur le robinet une pompe foulante, par le moyen de laquelle on introduit enſuite de l'air dans le vaiſſeau, en quantité ſuffiſante pour que celui qu'on y a renfermé s'y trouve fortement condenſé ; il ne s'agit plus alors que d'enlever la pompe, de viſſer à ſa place un ajutage, & d'ouvrir le robinet qu'on a tenu fermé pendant cette ſubſtitution de pieces, pour que l'eau s'éleve en jet à une hauteur d'autant plus grande que l'air a été plus comprimé ; car c'eſt du reſſort de ce fluide, réduit à un moindre volume, que l'eau reçoit ici ſon mouvement ; ce qui eſt facile à concevoir.

L'air compris dans le vaiſſeau, a une élaſ-

ticité proportionnelle au degré de condenſation qu'on lui a fait éprouver, & par conſéquent l'effort qu'il fait pour s'étendre ſurpaſſe de beaucoup la preſſion que l'air extérieur exerce à l'orifice du canal. De-là, l'eau doit céder à l'action de l'air intérieur & s'élever dans l'atmoſphere à une hauteur qui ſera elle-même, à peu de choſes près, proportionnelle à l'excès de denſité de l'air intérieur ſur l'air extérieur; & à meſure que le reſſort de l'air comprimé ſe trouve détendu, par une ſuite néceſſaire de l'évacuation de l'eau, le jet doit décroître en hauteur, & c'eſt ce qu'on obſerve.

Par les deux expériences que nous venons de rapporter, nous voyons que, pour augmenter le reſſort de l'air, il ſuffit de le réduire à un moindre volume, ſans diminuer la quantité de ſa matiere; mais, par les effets que produit ici l'air comprimé, nous ne pouvons qu'entrevoir la force qu'il auroit s'il étoit autant condenſé qu'il peut l'être, par les forces qui ſont à notre diſpoſition. Voyons juſqu'où cette condenſation peut être portée, & ſelon quelles loix elle s'opere: cette connoiſſance nous fera juger plus exactement du degré de reſſort que l'air peut acquérir par la plus forte compreſſion.

Quelques Phyſiciens prétendent que l'air peut être condenſé à l'infini; mais que devien-

droit, dans ce cas, ſa matiere propre ? Il nous paroît qu'il vaudroit autant dire que l'air eſt un corps ſans parties ſolides ; car, s'il en a, dès qu'elles ſeront réduites à un contact immédiat, elles doivent devenir incompreſſibles.

Pluſieurs Savans, & c'eſt le plus grand nombre, ont aſſigné des bornes à la condenſation de l'air. *Boyle* ne l'a comprimé qu'au point de le rendre 13 fois plus denſe. M. *Haller* dit l'avoir réduit à un volume 60 fois plus petit. *Hales* l'a rendu 38 fois plus denſe, à l'aide d'une preſſe. *Halley* prétend qu'aucune force humaine ne peut réduire l'air à un volume 800 fois moindre que ſon volume naturel ſous la preſſion de l'atmoſphere. *Hales*, d'un autre côté, prétend l'avoir réduit à un volume 1551 fois plus petit, en faiſant geler de l'eau dans une grenade ou un boulet de fer (1). M. *Amontons* & d'autres combattent auſſi *Halley*, & diſent que plus on chargera l'air contenu dans un vaſe, d'où il ne puiſſe s'échapper, & plus on le condenſera. Enfin *Boerhaave* (2) obſerve que, ſi l'air étoit réduit & condenſé au point de n'occuper que la ſoixante-quatrieme partie de l'eſpace qu'il occupe dans ſon état naturel, la

(1) Hœmaſtat. Append. pag. 348 & ſuiv.

(2) Elémens de Chimie, tom. IV.

gravité ſpécifique de ce fluide ſeroit à celle de l'eau à peu-près comme 1 à 13. Si on peut juger de la compreſſibilité de l'air par les différentes hauteurs du mercure dans les baromètres, depuis la baſe juſqu'au ſommet des montagnes, l'air, à 18 lieues au-deſſous de la ſurface de la terre, ſeroit 11200 fois plus denſe qu'à la ſurface du globe. Sa denſité égaleroit alors celle du mercure.

Il y a, comme l'on voit, des différences énormes dans les réſultats des expériences qu'on a faites pour trouver les bornes de la condenſation de l'air. Qu'en conclure ? Qu'il faut les multiplier, parce que nous ſommes encore éloignés de la certitude qu'on deſireroit ſur cet objet.

Voyons ſi l'on peut prononcer plus ſûrement ſur les loix que l'air ſuit dans ſes condenſations.

MM. *Mariotte* (1) & *Boyle*, ſi connus par leurs ſavantes recherches & leurs obſervations, établiſſent pour regle générale que l'air ſe comprime en raiſon directe des poids dont il eſt chargé; mais cette regle ne ſauroit être adoptée comme rigoureuſe dans toute la hauteur de l'atmoſphere, puiſqu'elle la ſuppoſeroit infinie ; &

(1) Eſſai de la nature de l'Air, tom. II.

il faut néceſſairement admettre que les denſités décroiſſent un peu plus rapidement que cette loi ne l'indique. Cependant la chaleur de l'air diminuant auſſi à meſure qu'on enviſage de plus grandes élévations, & le refroidiſſement tendant à en augmenter la denſité, cette cauſe doit contribuer à rendre moins prompte la diminution de celle-ci, du moins dans toute l'étendue qui ſe trouve entre la ſurface de la terre & le point du plus grand refroidiſſement. C'eſt en effet ce que confirment les obſervations du barometre, faites à toutes ſortes de hauteurs, & juſques dans les montagnes les plus élevées du globe; mais, d'un autre côté, on y a reconnu quelquefois des irrégularités provenant ſans doute de l'influence qu'a le ſol même de ces montagnes ſur la température de l'air qui les avoiſine, ainſi que des changemens qu'éprouve la nature chimique de ce fluide dans ſon mélange ou ſa combinaiſon avec diverſes exhalaiſons locales. Enfin l'air des montagnes eſt ſouvent ſoumis à des mouvemens dans le ſens vertical, qui ont ſur ſa denſité une action mécanique, ſans qu'il ſoit poſſible d'en meſurer la cauſe; de ſorte qu'il n'y a pas toujours lieu de vérifier ſur l'air libre la regle donnée par MM. *Boyle* & *Mariotte*.

L'application de cette regle à la condenſa-

tion de l'air contenu dans un vaſe, dont il ne peut s'échapper, préſente des difficultés inſurmontables. L'air ſe laiſſe comprimer d'abord aſſez facilement; mais lorſqu'il eſt parvenu à un certain état de compreſſion, il réſiſte davantage, les plus grands poids ne produiſant qu'une impreſſion à peine ſenſible. Cette regle, à la vérité, s'applique aſſez heureuſement aux condenſations moyennes, mais il ne faut pas l'étendre au-delà; &, quoiqu'il ſoit vrai que le volume d'une même maſſe d'air eſt toujours plus petit quand elle eſt comprimée par de plus grands poids; il n'eſt pas également vrai, comme le prétendent *Boyle* & *Mariotte*, que ſon volume ſoit toujours en raiſon inverſe des poids qui la compriment.

Quoi qu'il en ſoit, voici de quelle maniere nous répétons l'expérience d'après laquelle ils ont établi cette regle.

Nous prenons un tube courbé en forme de ſiphon, dont la plus courte branche, parfaitement cylindrique dans toute ſa longueur, eſt fermée hermétiquement à ſon extrémité; les deux branches de cet inſtrument ſont paralleles entr'elles; l'une a environ 30 pouces de longueur, & l'autre 6 pouces: il eſt attaché ſur une planche qui eſt diviſée en pouces du côté qui répond à la longue branche, tandis que

du côté oppoſé elle eſt diviſée, depuis la naiſſance de la courbure du ſyphon juſqu'au haut de ſa branche plus courte, en trois parties, ce qui donne les diviſions $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{2}$.

Dans ce ſiphon, qui eſt naturellement plein d'air, nous verſons du mercure en quantité ſuffiſante pour en remplir la courbure; par ce moyen, nous renfermons dans la branche plus courte un cylindre d'air, dont le reſſort, précédemment tendu par le poids de l'atmoſphere, fait équilibre à la colonne d'air compriſe depuis la ſurface du mercure dans la branche plus longue, juſqu'aux confins de l'atmoſphere.

Ce cylindre d'air, qui a 6 pouces de longueur, demeure dans cet état tant que le mercure eſt en équilibre avec lui-même; mais ſi on continue à verſer du mercure dans la branche plus longue, l'air, qui eſt renfermé dans la plus courte & qui ne peut s'en échapper, ſe retranche dans un eſpace plus petit, parce qu'il eſt alors preſſé, non-ſeulement par le poids de l'atmoſphere, mais auſſi par celui du mercure ajouté dans la branche plus longue; cette petite colonne d'air eſt réduite aux $\frac{2}{3}$ de ſa longueur; & le mercure s'éleve dans la petite branche juſqu'à la premiere diviſion $\frac{1}{3}$, ſi on verſe dans la branche plus longue une quan-

tité de mercure ſuffiſante pour y former une colonne de 14 pouces de hauteur. Enfin, ſi, à ces 14 pouces de mercure, on en ajoute 14 autres, la petite colonne d'air, plus preſſée, ſe réduit alors à la moitié de ſa longueur, & le mercure s'éleve juſqu'à la diviſion $\frac{1}{2}$, c'eſt-à-dire à la moitié de la longueur de la branche la plus courte.

Nous ſavons, à n'en point douter, qu'une colonne de mercure d'environ 28 pouces de hauteur, peſe autant qu'une colonne d'air de même baſe & de la hauteur de l'atmoſphere. 14 pouces de mercure ajoutés, dans notre expérience, au poids de l'air extérieur, augmentent donc d'un tiers la preſſion qu'il exerce contre celui qui eſt compris dans la petite branche du ſiphon; il doit donc ſe condenſer d'un tiers, ſelon la regle établie par *Boyle* & *Mariotte*: or, c'eſt ce qui arrive; l'aſcenſion du mercure dans le tube, juſqu'au tiers de ſa longueur, en eſt la preuve.

Par la même raiſon, lorſque la colonne de mercure compriſe dans la branche plus longue du ſiphon eſt de 28 pouces de hauteur, l'air contenu dans la branche plus courte eſt chargé d'un poids double de celui de l'atmoſphere; il eſt donc, ſuivant la regle, deux fois plus comprimé que dans le premier cas, &

voilà pourquoi il n'occupe plus alors que la moitié de la capacité du tube.

Il faut convenir que cette expérience nous en impoſeroit comme à ſes Auteurs, ſi nous ne ſavions que l'air ne ſe comprime pas toujours proportionnellement aux puiſſances dont il éprouve l'action ; que pour le réduire, par exemple, au quart de ſon volume, il faut le charger de poids plus grands que ceux qui ſont indiqués par la regle, ainſi que M. d'*Alembert* l'a obſervé (1).

Quoiqu'on ne puiſſe pas dire que l'air ſe comprime conſtamment en raiſon directe des poids qu'on lui fait ſupporter, on ne peut néanmoins refuſer à la vérité, qu'une maſſe d'air, quelque petite qu'on la ſuppoſe, agit autant par ſon reſſort que toute l'atmoſphere. *Boyle* l'a démontré le premier, par une expérience que l'on peut répéter en prenant un barometre, dont la cuvette eſt renfermée dans un entonnoir, où l'air n'a d'accès que par le bas, & en fermant cette communication de l'air intérieur avec l'extérieur. On la fermera exactement, ſi on applique les bords dreſſés de l'entonnoir ſur le cuir qui recouvre la platine de la machine pneumatique, il n'y

(1) Dictionnaire Encyclopédique, art. *Air*.

aura alors que la maſſe d'air compriſe dans l'entonnoir qui agira contre la colonne de mercure, & cependant celle-ci demeurera à la hauteur où on l'aura obſervée avant l'expérience, c'eſt-à-dire dans le tems qu'une colonne d'air de toute la hauteur de l'atmoſphere agiſſoit contre cette colonne de mercure.

Il eſt donc inconteſtable que l'élaſticité de l'air eſt égale en force à ſa gravité, ou que la plus petite portion de la maſſe d'air atmoſphérique eſt en équilibre par ſon reſſort avec tout le reſte de cette atmoſphere. Or, ſi l'Auteur de la Nature n'avoit pas impoſé cette loi à l'air, aucune maiſon, aucun édifice, de quelque ſolidité qu'il puiſſe être, ne pourroit reſter ſur pied, puiſqu'il n'y a point de comparaiſon à faire entre l'air contenu dans le plus vaſte palais, & l'océan immenſe d'air qui l'environne & qui preſſe par dehors.

CHAPITRE

CHAPITRE IV.

De l'Air, conſidéré comme un fluide dont l'action eſt néceſſaire à la vie des animaux & à la végétation des Plantes.

LA fluidité, la peſanteur & le reſſort, ſont trois qualités qui conviennent à l'air, & que l'on retrouve toujours dans celui qui nous environne; l'obſervation & l'expérience nous ont ſervi à établir cette vérité; & par cela même elle nous paroît être inconteſtable.

L'air, par ces trois propriétés & plus encore par ſa nature, entretient la vie de l'homme & des animaux, ainſi que la végétation des plantes.

L'air eſt ſi néceſſaire à la vie des animaux de quelque eſpece qu'ils ſoient que, privés de ce fluide, ils la perdent plutôt ou plus tard, ſelon leur différente ſtructure (1).

Quelques poiſſons, comme la carpe, la tanche, l'anguille, vivent plus long-tems dans l'air que dans l'eau privée de ce fluide; quelques-uns de l'eſpece *teſtacée* & *cruſtacée*, ſe ſoutiennent très long-tems ſous un récipient où l'air

(1) Derham, Theol. Phyſ. chap. 1. pag. 10.

a été extrêmement raréfié ; les huîtres y ont vécu 24 heures ; une écreviſſe peut y mourir dans une heure. Les animaux aquatiques vivent plus long-tems ſans air que les amphibies ; ceux-ci plus que les terreſtres ; & de ces derniers quelques-uns plus, quelques-uns moins longuement. Un canard, par exemple, tient plus long-tems ſous un récipient vuide qu'une poule ; une vipere peut y vivre 2 heures & demie, & une grenouille autant ; un ſerpent 10 heures : quelques-uns de ces animaux, paroiſſant comme morts, ſont rappelés à la vie, lorſqu'on laiſſe rentrer l'air ſous le récipient ; mais cela n'a lieu qu'autant que la raréfaction de l'air n'a pas été portée trop loin.

Les jeunes animaux vivent plus long-tems ſous le récipient de la machine pneumatique que les vieux. Un jeune chat y ſuccombe moins promptement qu'un adulte.

L'habitude met les animaux en état de ſoutenir les épreuves du vide de mieux en mieux. Un canard, accoutumé à un récipient épuiſé d'air, peut y tenir plus long-tems qu'un autre qui y eſt renfermé pour la premiere fois.

Si l'on pouvoit retirer l'air du récipient tout à la fois, les animaux terreſtres y expireroient auſſi-tôt que ſous l'eau, où ils meurent par la privation de l'air ; & où quelques-uns périſſent

dans très-peu de tems. Les petits oiſeaux y perdent la vie dans une demi-minute, un canard dans ſix minutes.

Cependant le fœtus vit ſans air dans le ſein de ſa mere, & lorſqu'il en eſt nouvellement ſorti, s'il n'a pas encore reſpiré. Les chats, huit jours après leur naiſſance, ne ſuccombent point à l'épreuve du vide: nous verrons bientôt quelle en eſt la raiſon.

La vie animale tient principalement au mouvement du cœur & à la circulation du ſang; ce double principe doit ſur-tout ſon jeu & ſon action à la preſſion & au reſſort de l'air.

Tous les animaux ont quelqu'organe, par le moyen duquel ils tirent & chaſſent alternativement une partie du fluide dans lequel ils vivent, comme les terreſtres l'air, & les aquatiques l'eau; dans ceux-là, cet organe eſt appelé *poumon*; dans ceux-ci, *ouïes*. Les poiſſons qui ne ſauroient toujours vivre ſous l'eau, comme les baleines, ont des poumons & non des ouïes; il en eſt de même des autres animaux qui vivent tantôt dans l'eau & tantôt dans l'air: ce mouvement alternatif du poumon ou des ouïes s'appelle *reſpiration*. Ainſi l'inſecte, le poiſſon reſpirent de même que les habitans de la terre & de l'air; la variété n'eſt que dans la forme & la poſition des organes qui

ſont employés à cette fonction. De même qu'une portion de la maſſe d'air qui nous environne ſe jette dans nos poumons & en ſort alternativement, de même le poiſſon aſpire continuellement l'eau par la bouche, & la rejette par l'ouverture des oüies, après que ces derniers, d'une ſtructure merveilleuſe, ont extrait de l'eau l'air néceſſaire pour la vie du poiſſon; car il eſt d'expérience certaine que l'eau contient de l'air, & que les poiſſons meurent dans celle qui en eſt privée auſſi promptement que dans le vide. On voit ſouvent ces animaux aquatiques s'élancer hors de l'eau pour y reſpirer plus librement. Dans un vivier glacé, on a ſoin de faire des trous à la glace, pour empêcher le poiſſon d'y périr faute d'air.

S'il eſt vrai qu'on ait trouvé, dans l'intérieur de certains arbres ou de certains rochers, quelques animaux, tels que des ſerpens & des crapauds, qui y vivoient ſans qu'ils paruſſent avoir aucune communication avec l'air extérieur, il eſt vraiſemblable que ces animaux avoient un renouvellement d'air, par quelque route qui a échappé à l'œil des obſervateurs, ou que les ſubſtances ſolides ou liquides qui leur ſervoient de nourriture, dans ces ténébreuſes priſons, leur fourniſſoient perſévéramment une nouvelle maſſe d'air, qui ſe renouveloit

ſans ceſſe chez eux par la nutrition, comme il arrive à certains poiſſons toujours fixés au fond de l'eau ; & à qui l'eau ſeule fournit ſans ceſſe une nouvelle quantité d'air ſuffiſante à leur organiſation, à leur conſtitution, à leur nature.

Le poumon, quelle que ſoit ſa ſtructure, eſt le principal inſtrument de la ſanguification ; ce viſcere, à la maniere d'une preſſe, agite & mêle le ſang avec le chyle (produit des digeſtions), par ſes mouvemens réciproques d'expanſion & de contraction, qui ne ſauroient s'exécuter ſans la réception & l'expulſion alternative de l'air. Le fœtus, dans qui le ſang de la mere, déjà travaillé, circule, n'a pas beſoin d'un pareil organe ; mais, dès qu'il faut à l'animal une ſanguification propre, l'uſage du poumon lui devient néceſſaire : de-là, auſſi-tôt que l'enfant, degagé de ſes enveloppes, ſe trouve expoſé à l'air, & qu'il éprouve les impreſſions de ce fluide actif, le moindre mouvement des muſcles de la poitrine & du diaphragme doit changer néceſſairement les dimenſions de la premiere ; celle-ci élargie, l'air entre librement par la *trachée-artere* dans le poumon ; il dilate ſes véſicules & les gonfle ; il s'y échauffe & s'y raréfie juſqu'à un certain point. Ainſi, les vaiſſeaux pulmonaires ſont développés ; un nouveau paſſage eſt ouvert au

ſang du ventricule droit du cœur par l'artere pulmonaire, ainſi que du poumon au ventricule gauche; le trou ovale, par où le ſang paſſoit d'un ventricule à l'autre, eſt fermé par ſa valvulve, & oblitéré par degrés; le ſang rapporté de toutes les parties du corps au ventricule droit, continue, par ce mécaniſme, de circuler par le poumon autant que la reſpiration ou le mouvement alternatif de ce viſcere ſe ſoutient; mais, venant à ceſſer, il faut que la circulation pulmonaire, qui a commencé avec ce mouvement, finiſſe auſſi avec lui, & que l'animal périſſe, parce que le ſang ne trouve plus de paſſage par le trou ovale. De-là auſſi la mort des animaux dans tous les cas où leur reſpiration ne peut être entretenue faute d'air. « Cependant on peut croire, avec » quelque fondement, dit M. de *Buffon* (1), » que le trou ovale ne ſe ferme pas tout-à-» coup au moment de la naiſſance, & que par » conſéquent une partie du ſang doit conti-» nuer à paſſer par cette ouverture; tout le ſang » ne doit donc pas entrer d'abord dans les pou-» mons », & peut-être ſeroit-il poſſible d'empêcher que ce trou ovale ne ſe fermât, en plongeant l'enfant nouveau-né dans de l'eau

(1) *Buffon*, Hiſt. nat. de l'Homme. tom. IV. pag. 174.

tiède, en le mettant enſuite à l'air, & en réitérant cela pluſieurs fois; on parviendroit peut-être, par ce moyen, à faire d'excellens plongeurs, qui vivroient également dans l'air & dans l'eau. C'eſt une expérience que l'illuſtre M. de *Buffon* avoit commencée ſur des chiens: la chienne mit bas ſes petits dans l'eau tiede, où ils reſterent une demi-heure; on les laiſſa enſuite reſpirer l'air le même tems; on les replongea dans du lait; on les remit à l'air, & ils vécurent très-bien.

Si les jeunes animaux ſupportent ſans périr la privation de l'air, ou ſi quelques-uns d'eux vivent plus long-tems dans le vuide que les adultes, c'eſt ſans doute parce que la circulation par le poumon étant interrompue, elle s'établit d'un ventricule du cœur à l'autre par le trou ovale; celui-ci n'étant point encore entiérement oblitéré, ou l'effort du ſang ayant ſuffi pour rompre la valvule qui bouche communément dans l'adulte cette communication des deux ventricules.

Quoique la reſpiration ſoit d'une néceſſité abſolue pour l'entretien de la vie, ainſi que nous croyons l'avoir prouvé, on peut néanmoins la ſuſpendre pendant quelques inſtans ſans aucun inconvénient, & il n'y a perſonne qui n'en ait fait quelquefois l'épreuve; mais cette fonction ne

peut être ſuſpendue pendant un tems d'une certaine durée, ſans qu'il en ſurvienne de fâcheux accidens, qui pourroient même être ſuivis de la mort. *Galien* nous apprend, à ce ſujet (1), qu'un eſclave ayant deſſein de ſe donner la mort, ſe jeta par terre & y retint ſa reſpiration pendant quelque tems; qu'il fit enſuite quelques mouvemens & qu'il mourut après. Pluſieurs Voyageurs rapportent que quantité de Negres ſe donnent la mort, en appliquant leur langue contre le palais, & en ſe fermant les routes de la reſpiration. Malgré le grand nombre d'autorités reſpectables ſur leſquelles ces faits ſont appuyés, nous obſerverons cependant, avec M. *Dodard* (2), qu'il n'eſt pas aiſé de concevoir comment un homme peu s'étouffer de la ſorte par un mouvement volontaire, ſoit de la langue, de la glotte, ou de telle autre partie adjacente. Aucun mouvement volontaire, quelqu'opiniâtre qu'on le ſuppoſe, ne peut être pouſſé que juſqu'à perte de connoiſſance; & dès qu'on en eſt venu là, le mouvement machinal de la reſpiration recommence ſans attendre l'ordre de la volonté; mais toujours eſt-il conſtant que cette fonction ne peut être

(1) *Galenus*, lib. II. cap. 6. de motu muſcul.

(2) *Dodard*, Mém. de l'Acad. royale des Sciences.

ſuſpendue pendant un tems un peu long, ſans qu'il s'enſuive un dérangement marqué dans l'économie animale. On trouve cependant, dans des Auteurs dignes de foi, des exemples de pluſieurs perſonnes qui pouvoient vivre ſous l'eau pendant un tems conſidérable ſans reſpirer, ſans doute parce que le trou ovale ou la communication entre les deux ventricules du cœur s'étoit conſervé chez elles, par une exception ſinguliere & très-rare (1).

Hérodote nous parle d'un nommé *Scyllias* qui faiſoit aiſément deux lieues ſous mer (2). *Didion*, ſurnommé le *Rouſſeau*, jouiſſoit du même avantage ; il pourſuivoit le poiſſon entre

(1) *Dupiney Riolan* (Riolan Antopograph.) & *Bartholin*, en citent différens exemples. *Dionis* attribue à cette configuration l'impoſſibilité où l'on ſe trouve quelquefois d'étrangler certains malfaiteurs. Le ſang, dit-il, paſſe alors d'un ventricule à l'autre ; & ſa circulation n'étant point interrompue, quelque ſerrée que ſoit la gorge, l'homme vit malgré les efforts que l'on fait pour le faire mourir. *Diemerbroek* eſt encore de cet avis, quoiqu'il aſſure qu'entre dix mille cœurs d'adultes, on n'en trouve peut-être pas un ſeul qui jouiſſe de cette conformation ; mais il ſuffit qu'on l'ait obſervée quelquefois, pour qu'on puiſſe la regarder comme certaine, & attribuer à cette cauſe l'avantage qu'ont quelques perſonnes de demeurer long-tems ſous l'eau ſans ſe noyer.

(2) *Pierquin*, Diſſert. 29. pag. 435.

deux eaux ; il se noya cependant dans la Meuse (1), *Pontanus*, *Alexander ab Alexandro* & le pere *Kirker* (2), font mention d'un autre homme, qu'on appeloit le *Poisson Colas*, qui demeuroit quelquefois quatre ou cinq jours sous l'eau, où il vivoit de poissons crus ; il eut l'audace d'aller, dans le gouffre de Charybde, chercher une coupe d'or, que *Frédéric*, Roi de Sicile, y avoit jetée exprès ; il y demeura près de trois quarts d'heure, & reparut avec la coupe à la main. Entr'autres choses qu'il rapporta, concernant la description de ce gouffre, il assura y avoir vu une grosse source d'eau qui sortoit du fond de la mer ; il y plongea une seconde fois pour gagner une bourse pleine d'or que le Roi y jeta ; mais il y fut englouti & il y périt. *François de la Vega*, âgé de quinze ans, disparut en 1674, en se baignant avec quelques-uns de ses camarades ; on ne le revit qu'en 1679 ; il vécut pendant tout ce tems sous l'eau (3).

Comme ces faits peuvent s'expliquer naturellement de la maniere que nous l'avons dit, ils ne nous empêchent point d'établir pour regle générale, que l'air entretient la vie

(1) *Pierquin*, Dissert. 29. pag. 437.

(2) *Kirker*, Mund. subterr.

(3) *Dulac*, Mélanges d'Hist. nat. tom. V. pag. 1.

des animaux par le moyen de la reſpiration ; ſoit qu'il raréfie ou condenſe, échauffe ou rafraîchiſſe le ſang, dont il facilite la libre circulation par le poumon ; ſoit que cet air mêle encore & configure les principes conſtituans du ſang, enleve ſes émanations phlogiſtiques & même produiſe ſa couleur par cette agitation, cette attrition continuée, ou par les combinaiſons ou par le mouvement inteſtin qui en réſultent ; ſoit enfin que le même fluide fourniſſe au ſang un principe igné, ſubtil, éthéré, qui l'échauffe & qui le vivifie en quelque ſorte ; car, tels ſont la plupart des uſages différens que les Phyſiologiſtes anciens & modernes ont cru pouvoir aſſigner à l'air qui circule continuellement dans nos poumons.

Quelle que ſoit la raiſon pour laquelle l'air contribue à conſerver la vie, nous indiquerons ici une expérience qui prouve évidemment que nous ne rendons point à chaque expiration autant d'air que nous en avons pris dans l'inſpiration précédente.

Renfermez un animal quelconque, un oiſeau, par exemple, ſous un vaſe de criſtal, placé ſur une platine de cuivre bien dreſſée & couverte d'un cuir mouillé, afin qu'en appliquant fortement ce vaſe à la platine, vous interceptiez toute communication entre l'air qu'il con-

tient & l'air extérieur ; ce vaſe étant ouvert d'un petit trou par le haut, adaptez & maſtiquez exactement à cette ouverture, un ſiphon dont la jambe plus longue deſcende le long des parois extérieures du vaiſſeau & ſoit recourbée de bas en haut, de maniere à préſenter un tube communiquant ; les choſes étant ainſi diſpoſées, l'animal, renfermé ſous le vaiſſeau, y reſpirera librement, puiſque l'air pourra encore circuler par le ſiphon, & ſe porter dans le récipient ; fermez alors le paſſage à l'air extérieur, en verſant une liqueur colorée dans le tube communiquant, & marquez avec un fil, la hauteur à laquelle cette liqueur s'élévera dans la jambe plus longue du ſiphon. Cela fait, voici ce que vous obſerverez.

A chaque inſpiration que fera l'animal, ou chaque fois qu'il tirera au-dedans de lui-même une portion de la maſſe d'air compriſe dans le vaiſſeau, la liqueur montera d'une quantité ſenſible au-deſſus du fil, au lieu que pendant l'expiration de l'animal ou l'expulſion de l'air inſpiré, cette liqueur reviendra ſur elle-même ; mais elle ne deſcendra pas exactement juſqu'à l'index, & elle ſe tiendra à quelques degrés au-deſſus, après un certain nombre d'inſpirations & d'expirations.

L'animal aura donc conſommé une portion

de la maſſe d'air compriſe dans le vaiſſeau, puiſque celle-ci ne ſera plus en état de faire équilibre à l'air extérieur, & de contenir la liqueur à niveau dans les deux tubes communiquans, malgré le degré de reſſort que la chaleur de l'animal aura fait prendre à l'air intérieur.

On dira peut-être, avec quelques Phyſiciens, que cette expérience prouve moins une déperdition de la propre ſubſtance de l'air inſpiré, qu'une nouvelle acquiſition faite par ce fluide; que celui-ci s'empare du phlogiſtique du ſang & perd de ſon reſſort dans l'acte de ſa combinaiſon avec ce principe phlogiſtique; enfin, que la diminution du volume de l'air reſpiré eſt une conſéquence naturelle de l'affoibliſſement qu'il a éprouvé dans ſon reſſort; mais nous verrons ailleurs que l'air, dans la reſpiration, eſt affecté de la même maniere que dans la combuſtion & la calcination, où il perd évidemment quelque choſe de ſa propre ſubſtance, & que l'on peut avancer, ſans craindre d'être démenti, que l'air, dans la reſpiration, n'enleve au ſang ſon phlogiſtique ſurabondant que parce qu'il en prend la place ou ſe combine lui-même en partie avec le ſang; en attendant, nous adminiſtrerons d'autres preuves de l'abſorption de l'air qui circule dans nos poumons.

On remarque conſtamment que les exhalaiſons de la térébenthine, reſpirées naturellement, comme tout autre ſubſtance odoriférante, donnent à l'urine l'odeur de la violette. Or, quelle induction peut-on tirer de cette obſervation ? La voici :

L'urine eſt une humeur qui ſe ſépare du ſang dans des corps glanduleux auxquels on a donné le nom de *reins*. Pour que cette humeur acquiert l'odeur de la violette, dans le cas dont il s'agit, il faut néceſſairement que ſes principes conſtituans ſe combinent avec le principe odorant de la térébenthine. Or, cette combinaiſon ne peut ſe faire que dans le ſang dont l'urine eſt ſéparée ; les exhalaiſons de la térébenthine paſſent donc dans le ſang, ainſi que l'air qui leur ſert de véhicule.

La vérité que nous voulons établir eſt encore atteſtée par l'obſervation ſuivante :

Beaucoup de perſonnes ſavent, par une expérience malheureuſe, & les Médecins reconnoiſſent que la plupart des maladies contagieuſes ſe communiquent par la reſpiration de l'air qui eſt ſorti de la poitrine des individus déjà attaqués de ces ſortes de maladies. Or, il eſt conſtant que cet air n'eſt dangereux, pour ceux qui le reſpirent, que parce qu'il porte dans leur ſang la matiere morbifique dont il

eſt le véhicule ; d'où il ſuit manifeſtement que nous abſorbons une partie de l'air que nous inſpirons.

L'air n'eſt pas moins néceſſaire à la végétation qu'à l'entretien de la vie animale ; les végétaux ont eux-mêmes beſoin de la préſence de ce fluide pour naître, ſubſiſter, croître & produire : en effet, aucune graine confiée au ſein de la terre, mais dans le vide, ne germe auſſi bien qu'en plein air, quoiqu'on ait préparée cette terre comme il convient, & qu'on l'ait humectée & échauffée (1) ; il y a plus, toutes les plantes, les mouſſes, les lentilles d'eau, meurent bientôt dans le vide ou dans tout autre endroit où l'air ne ſe renouvelle pas, & où il reſte long-tems tranquille (2).

On a découvert, dans les végétaux, des tuyaux aſpiratoires, des eſpeces de trachées par leſquelles ils pompent tout l'air qui leur convient ; on le voit paſſer en bulles très-ſenſibles dans la ſeve de la vigne ; il eſt non-ſeulement pompé par les racines, mais il entre encore librement par l'écorce, la tige & les feuilles, ainſi que M. *Hales* l'a démontré dans ſa ſtatique. Or, l'air qui paſſe ainſi dans les

(1) Comm. Bonon. tom. III. pag. 43 & 154.

(2) *Boerhaave*, Chem. vol. I. p. 428.

plantes, ſe dilate par la chaleur & produit le même effet ſur les vaiſſeaux qui le contiennent : la dilatation de ces vaiſſeaux eſt ſuivie de la compreſſion de ceux qui portent la nourriture de la plante, & qui ſont munis de valvules, comme les vaiſſeaux des animaux. Ainſi le ſuc nourricier eſt comme exprimé & diſtribué à toutes les parties de la plante : lorſque l'air vient à ſe condenſer par le froid, la force compreſſive que les vaiſſeaux aériens exercoient ſur ceux qui portent la ſeve, ceſſe néceſſairement, & ceux-là reçoivent alors librement le ſuc nourricier qui leur vient de la racine, de la tige & des feuilles ; de-là ſi l'air, dans les vaiſſeaux qu'il parcourt, eſt alternativement dilaté & condenſé, la ſeve & les autres liqueurs compriſes dans les autres vaiſſeaux, auront un mouvement de circulation, & les plantes prendront de la nourriture & végéteront ; mais lorſqu'on renferme une plante dans le vide, l'air eſt déjà expulſé des vaiſſeaux aériens ; la dilatation & la compreſſion alternative de ces vaiſſeaux n'ont plus lieu, & le mouvement des liquides dans les autres vaiſſeaux eſt détruit. Le ſuc nourricier de la plante ceſſe donc de ſe ſéparer dans les parties ſolides qu'il devoit entretenir & faire végéter ; ces parties ceſſent également d'être liées les unes

aux

aux autres, leur texture devient lâche & la plante périt.

Indépendamment de l'abſolue néceſſité de l'air pour tout ce qui vit & végete, nous devons encore conſidérer quelques-uns des effets qu'il produit, tant dans l'économie animale que végétale, & qui dépendent de ſa fluidité, de ſa peſanteur & de ſon reſſort.

Nous avons vu précédemment que la fluidité de l'air ne pouvoit être altérée par aucun moyen connu, d'où nous devons conclure qu'il eſt conſtamment & également fluide dans toute ſa maſſe : cela poſé, nous remarquerons que l'air, obéiſſant d'ailleurs à la loi de gravitation, exerce ſur nos corps une preſſion égale de tous côtés ; & que, ſans cette ſage prévoyance de la part de la Nature, nos parties euſſent pris un accroiſſement diſproportionné ; & notre corps n'eut été qu'une maſſe informe dont l'œil eut été choqué. L'air réſiſte auſſi uniformément & dans tous les ſens, à l'extenſion des fibres végétales par la même raiſon qu'il retient celles des animaux dans certaines bornes d'accroiſſement. En un mot, la préſſion uniforme de ce fluide empêche que les canaux artériels des animaux & des plantes ne cedent plus qu'il ne convient à l'action des fluides qui circulent dans les uns

& dans les autres ; elle s'oppoſe également à la trop grande tranſpiration.

Il paroît, par ce que nous venons de dire, que la preſſion de l'air eſt le ſeul obſtacle qui puiſſe être oppoſé convenablement à l'accroiſſement des animaux & des végétaux ; de-là, ſi on veut qu'un corps vivant acquiert les juſtes proportions que la nature a deſſein de lui accorder, on doit néceſſairement le tenir à couvert de la preſſion des corps durs & ſolides. L'homme, par exemple, en ſe tenant debout une bonne partie du tems, favoriſe par-là la formation de ſa taille ; s'il étoit toujours couché, ſon corps ne prendroit point la forme qui lui convient. Nous obſerverons encore que depuis qu'on a affranchi les enfans de l'ancienne barbarie qui les reſſerroit étroitement dans des maillots bien ſanglés, & enſuite dans des corps durs de baleine, où ils étoient à la torture ; ces enfans s'élevent plus ſains, grandiſſent en moins de tems, & il en meurt moins.

De même, ſi un arbre eſt adoſſé contre une muraille, une colline ou une élévation quelconque, qui empêche l'air de jouir de toute ſa circulation & du même équilibre que de l'autre côté ; dans ce cas, les branches étant inégalement comprimées, elles ne s'étendent point uniformément, les plus libres croiſſent

& ſe développent aux dépens des autres, & l'arbre ne peut acquérir les juſtes proportions qu'il doit avoir.

Il eſt facile de déterminer la force avec laquelle l'air comprime le corps humain, par un effet de ſa gravité ou de ſa tendance au centre de la terre : en voici les principes & la méthode. 1°. La ſurface du corps, dans un homme de moyenne taille, a été évaluée à près de 15 pieds quarrés. 2°. Un pied cube d'eau peſe 70 livres. 3°. Un cylindre d'eau de 32 pieds de hauteur eſt en équilibre avec une colonne d'air de même baſe & de toute la hauteur de l'atmoſphere, ainſi que nous l'avons démontré ; l'air comprime donc autant le corps humain qu'une colonne d'eau qui auroit pour baſe une ſurface égale à la ſienne & 32 pieds de hauteur. 4°. Multipliez 70 par 32, vous aurez pour produit 2240 ; multipliez 2240 par 15, vous aurez pour produit 33600 livres, expreſſion de la force avec laquelle l'air comprime le corps humain. A la vérité, on a obſervé que cette compreſſion varie dans certains tems & devient moins conſidérable de 3200 livres. Le mercure, dans les barométres, annonce ces variations, comme nous le verrons dans la ſuite.

Placés dans l'air, comme le poiſſon dans l'eau,

nous ne devons pas plus être accablés ou fatigués par le poids de ce fluide, que le poiſſon par le poids de ſon élément. L'action de la colonne ſupérieure eſt détruite par la réaction égale & oppoſée de la colonne inférieure. Autant que la colonne d'air, appuyée ſur notre tête & ſur nos épaules, nous preſſe de bas en haut vers le centre de la terre, autant la colonne du même fluide, qui réagit de haut en bas contre nos jambes & nos pieds, tend à nous porter vers le zénith. Ces deux forces égales & oppoſées ſe détruiſent, & ainſi nous reſtons livrés à notre propre poids, que l'action muſculaire nous met en état de ſoutenir avec facilité.

Il y a plus, plongés dans l'air, nous perdons une quantité de notre poids, égale au poids de l'air dont notre corps occupe la place, ainſi qu'il eſt démontré en hydroſtatique; de ſorte que ſi notre corps renferme trois pieds cubes de matiere, il déplace trois pieds cubes d'air, & perd autant de ſon poids que peſent trois pieds cubes d'air, c'eſt-à-dire un peu plus de quatre onces; car un pied cube d'air peſe aſſez exactement une once & deux cinquiemes d'une once, en ſuppoſant que la peſanteur ſpécifique de ce fluide ſoit à celle de l'eau comme 1 à 800.

L'air ne doit point nous empêcher de marcher & de nous mouvoir en tout ſens ; car, comme la preſſion de ce fluide s'exerce également en tout ſens, autant que les colonnes d'air qui nous preſſent en avant s'oppoſent à notre marche, autant les colonnes du même fluide, qui nous preſſent en arriere, la facilitent, & ainſi des autres mouvemens.

L'homme cependant ne réſiſteroit point à la preſſion énorme que l'air exerce ſur lui ; ce fluide nous comprimeroit d'une maniere nuiſible ſans l'air intérieur qui ſe renouvelle ſans ceſſe dans nos poumons, qui paſſe avec les alimens dans notre eſtomac & dans nos inteſtins, qui circule dans notre ſang & dans nos humeurs, & qui fait équilibre par ſa réaction avec la preſſion de l'air extérieur.

Cette double preſſion oppoſée, loin d'être nuiſible à l'harmonie de la machine animale, contribue au contraire à l'entretenir, à la perfectionner ; elle donne plus de conſiſtance aux différentes parties, en les appliquant plus intimément les unes aux autres ; elle reſſerre & reſtreint les canaux du ſang & des humeurs, où les liquides ſe meuvent avec une vîteſſe qui eſt d'autant plus grande, que leurs paſſages ſont plus étroits. Les choſes ſe paſſent à peu-près de la même maniere dans les végétaux.

Il n'eſt perſonne qui n'ait été affecté des changemens de l'atmoſphere : on ſait que lorſqu'il regne des tems pluvieux & que l'air eſt chargé de vapeurs, on ſe trouve dans une eſpece de mal-aiſe & d'inquiétude qui nous rend lourds, peſans, & preſque inhabiles à remplir les fonctions de notre état ; cela vient de ce que l'air, étant plus léger, agit moins vivement ſur la fibre, qui, n'étant plus contenue par la preſſion de l'atmoſphere, ne peut à ſon tour réſiſter à l'action des fluides intérieurs qui ſans ceſſe agiſſent ſur elles.

Mais quand l'atmoſphere, conſervant toujours la même maſſe, devient ſereine, & que l'équilibre entre l'air intérieur & l'air extérieur ſe rétablit, nos corps reprennent leur état naturel ; nous montrons plus de gaîté, plus de vivacité, plus d'activité ; les fonctions s'exécutent librement ; tout rentre dans l'ordre de la nature.

Voici une expérience qui eſt encore une preuve de la vérité que nous voulons établir.

On poſe, ſur la platine de la machine pneumatique, un petit cylindre de criſtal ouvert à ſes extrémités ; une perſonne bouche une de ſes ouvertures avec la paume de la main, & une autre fait agir le piſton de la pompe : qu'arrive-t-il pendant qu'on raréfie l'air compris dans le cylindre ? La main contracte une

adhérence très-forte avec les bords du vaſe, & ſe gonfle conſidérablement dans l'endroit qui répond à l'ouverture de ce même vaſe.

L'adhérence de la main avec le récipient, eſt l'effet de la preſſion que l'air du dehors déploie contre le dos de la main ; & cette preſſion augmentant à proportion de la raréfaction de l'air intérieur, l'adhérence devient d'autant plus forte.

La tumeur circulaire que préſente la portion de la main qui ferme l'ouverture du récipient, eſt produite par l'expanſion des molécules d'air contenues entre les parties intégrantes des liqueurs qui circulent dans les vaiſſeaux de cette partie de la main. Cet air s'étend, ſe développe & tuméfie ainſi les parties contenantes, parce que l'air du récipient, ayant perdu de ſon reſſort, ne preſſe plus autant ces parties. Ajoutons à cela que l'air extérieur, preſſant toutes les autres parties du corps avec plus de force que l'air raréfié du récipient, détermine les fluides à ſe porter en plus grande abondance vers la partie de la main qui couvre ce récipient.

Il n'y a perſonne qui ne connoiſſe l'uſage de la *ventouſe*, & qui ne ſache que c'eſt un vaiſſeau de verre, dans lequel on fait brûler des étoupes, afin de raréfier l'air qu'il con-

tient, & qu'on applique enſuite ſur une partie déterminée du corps, après avoir toutefois jeté les cendres produites par la combuſtion des étoupes. On ſait encore que la peau ſe diſtend, ſe ſouleve & ſe déchire enfin ſous la ventouſe. Or, ce phénomene ſe trouve naturellement expliqué par ce que nous venons de dire, puiſque les circonſtances qui l'accompagnent ſont à peu-près les mêmes que dans notre expérience.

L'affluence du lait dans la bouche de l'enfant qui tète, doit être également attribuée à l'action de l'air. L'enfant, par un inſtinct naturel, ſerre le mamelon tout autour exactement avec ſes lèvres; il avale l'air qui eſt dans ſa bouche; il y produit un vide, où l'air extérieur ne peut pénétrer ni par la bouche ni par les narines, qui ſe trouvent alors bouchées naturellement par derriere dans le goſier. L'air preſſe donc beaucoup plus ſur la ſurface entiere des mamelles, que ſur les ouvertures du mamelon; le lait cede à ſa peſanteur, ſe porte vers le mamelon, & de-là dans la bouche de l'enfant.

Quoique la mort des animaux ſuive de près la privation de l'air, ainſi que nous l'avons obſervé, ce n'eſt cependant point le défaut de ce fluide pour la reſpiration, mais l'expanſion

ſubite de l'air compris dans les vaiſſeaux & les autres parties de leurs corps, qui occaſionne les accidens, & le défaut de circulation que ces mêmes animaux éprouvent ſous le récipient de la machine pneumatique. Pour nous en convaincre, examinons de quelle maniere les choſes ſe paſſent.

Dès que l'air du récipient, ſous lequel on a renfermé un animal, eſt raréfié par la ſuccion de la pompe, il n'y a plus équilibre entre cet air, qui eſt extérieur par rapport à l'animal, & celui qui eſt renfermé dans les différentes parties de ſon corps; le premier preſſant moins qu'auparavant, le dernier ſe dilate à raiſon de ſon reſſort, & ſa dilatation, qui eſt très-bruſque, cauſe à l'animal un mal-aiſe qui eſt indiqué par les inquiétudes qu'il fait déjà paroître. Ce mal-aiſe & ces inquiétudes augmentent à proportion que l'air du récipient perd de ſon reſſort & que l'air intérieur développe le ſien; l'animal ne reſpire plus que difficilement, & par conſéquent la circulation par le poumon eſt preſque interrompue; l'air intérieur ſe dilatant de plus en plus, agit en tout ſens contre tout ce qui s'oppoſe à ſa force expanſive. De-là, l'animal s'enfle, ſue par tout le corps, & rend quelquefois les excrémens par haut & par bas. Enfin il tombe en

convulsions & périt, avant que la raréfaction de l'air soit amenée aux deux tiers de sa densité naturelle, s'il est du nombre des animaux qui consomment beaucoup de ce fluide dans leur respiration (1); il ne meurt donc point faute d'avoir de l'air à respirer; il ne meurt point non plus à cause de l'état de raréfaction dans lequel se trouve l'air; car nous verrons tout-à-l'heure que les hommes & les animaux peuvent vivre dans un air beaucoup plus rare.

La promptitude avec laquelle l'air est raréfié sous le récipient de la machine pneumatique, est la cause éloignée de la mort de l'animal qu'on y a renfermé; & la cause prochaine de cette mort, c'est le défaut de circulation occasionné ici par l'air des vaisseaux, ce qui est facile à concevoir.

Cet air intérieur se dilate à proportion qu'on raréfie l'air du récipient, ainsi que nous l'avons observé; de-là, lorsque ce dernier éprouve une prompte raréfaction, ce qui arrive lorsque les coups de piston de la machine pneumatique se succedent rapidement, l'air intérieur se dilatant brusquement, interrompt la con-

(1) M. *de la Fond.* Elémens de Physique théor. & expér. t. III. p. 473.

tinuité des molécules de liqueur qui s'oppoſent à ſon expanſion ; il ſe joint à lui-même & ſe transforme en globules plus volumineux que ceux qu'il formoit auparavant : ainſi cet air, en exerçant ſa force expanſive, interrompt le cours du ſang, d'abord dans les petits vaiſſeaux, & enſuite dans ceux qui ſont plus gros ; & c'eſt en cela qu'il devient la cauſe prochaine de la mort de l'animal : l'expérience vient ici au ſecours du raiſonnement.

Prenez un tube de verre qui ſoit capillaire, c'eſt-à-dire très-étroit ; tournez-le ſur lui-même au feu de lampe pour lui donner une certaine étendue, & peu de longueur en même tems ; rempliſſez ce tube d'une liqueur colorée ; placez-le enſuite ſous le récipient de la machine pneumatique, & pompez l'air de ce dernier. Bientôt le même fluide, naturellement interpoſé entre les molécules de la liqueur, ſe préſentera ſous la forme de petits globules ; vous verrez ceux-là ſe réunir & en former de plus gros, qui feront autant de ſolutions de continuité, & qui rempliront & engorgeront le canal du tube ; d'où l'on pourra conclure, que les choſes ſe paſſent de la même maniere dans les tuyaux capillaires du corps animal, puiſqu'il eſt d'ailleurs prouvé que les liqueurs qui y circulent contiennent de l'air.

Si on rend l'air ſous le récipient, les globules de ce fluide diſſéminés dans toute l'étendue du tube, ne permettront point à la liqueur de reprendre ſon prémier état; elle préſentera toujours des ſolutions de continuité, qui ſeront, à la vérité, en plus petit nombre; d'où l'on pourra également conclure que, quoiqu'on ſoit dans l'uſage d'employer le même moyen pour rappeler à la vie les animaux qu'on a ſoumis à l'épreuve du vide, ils ne peuvent cependant manquer d'en être violemment incommodés, ſur-tout ſi cette épreuve a été portée un peu loin; auſſi la plupart meurent ſous peu de jours, la circulation chez eux n'ayant pu ſe rétablir parfaitement.

Les Voyageurs qui traverſent les montagnes les plus élevées, ſont à peu-près dans le même cas que les animaux que l'on fait paſſer ſubitement dans un air plus rare que celui qu'ils reſpirent habituellement; &, ſi les premiers, dans leurs courſes précipitées, ne trouvent pas toujours la mort, ils ne peuvent toutes fois ſe garantir de pluſieurs accidens fâcheux. L'air qu'ils reſpirent, en graviſſant ces montagnes, étant de plus en plus rare, ſa force compreſſive ſur leurs fibres, diminue proportionnellement; de-là, plus ils s'approchent de leurs ſommets, plus ils ſe ſentent foibles; leur reſpira-

tion devient pénible & ſouvent il leur ſurvient des hémorragies, en voici pluſieurs exemples.

Joſeph d'Acoſta, dans ſon Hiſtoire des Indes, nous apprend que la plupart des Voyageurs qui approchent du ſommet des montagnes du Pérou, ſont ſaiſis d'un étouffement mortel, qu'ils vomiſſent juſqu'au ſang, & qu'ils ne trouvent de ſoulagement que quand ils ſont arrivés à un endroit plus bas, où l'air eſt moins ſubtil, la température plus douce & plus analogue à celle où l'on vit ordinairement.

M. d'*Ulloa*, Officier des vaiſſeaux du Roi d'Eſpagne, qui parcourut l'Amérique méridionale, avec MM. *Bouguer* & *de la Condamine*, qui faiſoient alors des obſervations dans cette partie du globe, à deſſein de déterminer ſa figure, parlant du *Pichinca*, montagne du Pérou, dont la hauteur eſt d'environ 2420 toiſes, dit que les mules peuvent à peine monter juſqu'au pied de cette formidable roche; mais de-là juſqu'au ſommet, les hommes ſont forcés d'aller à pied, en montant ou plutôt en graviſſant pendant quatre heures entieres. « Une agitation ſi violente, jointe à la trop » grande ſubtilité de l'air, nous ôtoit, con- » tinue-t-il, les forces & la reſpiration; j'avois » déja franchi plus de la moitié du chemin, » lorſqu'accablé de fatigue & perdant la reſ-

» piration, je tombai ſans connoiſſance ; cet » accident m'obligea, lorſque je me trouvai un » peu mieux, de deſcendre au pied de la » roche, où nous avions laiſſé nos inſtrumens » & nos domeſtiques, & de remonter le jour » ſuivant ; à quoi je n'aurois pas mieux réuſſi, » ſans le ſecours de quelques Indiens qui me » ſoutenoient dans les endroits les plus diffi- » ciles (1) ».

M. de *Tournefort* éprouva également une difficulté de reſpirer, en montant ſur l'*Ararat*, qui paſſe pour la montagne la plus élevée de l'Arménie, ainſi qu'il le dit lui-même dans ſon Voyage du Levant. Tous ceux qui ont parcouru les montagnes de l'Aſie & de l'Afrique, diſent qu'ils y ont éprouvé le même inconvénient (2).

On lit, dans la Collection Académique, qu'un homme, qui avoit paſſé pluſieurs années dans l'île de Ténériffe, s'étoit mis en chemin pluſieurs fois pour monter ſur le pic de ce nom, que quelques perſonnes qui l'accompagnoient avoient été juſqu'à la pointe, mais que d'autres, avec lui, étoient toujours reſtées en arriere, ſans pouvoir arriver juſqu'au ſommet, tant elles étoient incommodées.

(1) Hiſtoire générale des Voyages, in-4. tom. XIII.
(2) Tranſact. Philoſophiques.

Quelques Gentilshommes étant allés ſur le *Pic de midi*, l'un des plus hauts ſommets des Pyrénées, ils y firent dreſſer une tente & s'y repoſerent aſſez long-tems pour ne plus ſe reſſentir de la fatigue qu'ils avoient eue à monter; cependant la difficulté de reſpirer ne ceſsât que lorſqu'ils furent deſcendus fort au-deſſous du ſommet.

Pluſieurs perſonnes n'ont pu parvenir juſqu'au ſommet du *Véſuve*, parce que la reſpiration leur manquoit. D'autres enfin ont auſſi éprouvé cette difficulté de reſpirer ſur les ſommets des montagnee des Cévennes.

Par ces obſervations rapprochées, il eſt prouvé que, dans tous les climats du monde, la grande raréfaction de l'air, à une certaine hauteur, eſt accompagnée d'une reſpiration pénible. A la vérité, le froid qui regne ſur les montagnes, & les vapeurs ſulfureuſes qui s'échappent de quelques-unes, peuvent contribuer aux accidens qu'éprouvent ceux qui veulent gravir juſqu'à leurs ſommets. Diſons plus: la fatigue qu'ils prennent en montant doit auſſi y concourir, puiſque dans le cas même où on ne paſſe point d'un air denſe dans un air rare, on ne laiſſe pas cependant que d'éprouver quelques-uns de ces accidens; c'eſt ce qui nous arrive après une courſe précipitée, ou

quelques efforts ſucceſſifs & prompts : ſi les forces nous abandonnent alors, & ſi nous reſpirons avec peine, c'eſt que nous avons fourni à l'air qui eſt en nous, une occaſion de développer ſon reſſort, non pas, il eſt vrai, avec autant d'avantage que ſi nous nous fuſſions tranſportés précipitamment d'un lieu bas dans un autre très-élevé.

Lorſque les Voyageurs, ſur les montagnes, ménagent leurs forces & vont doucement, l'air de leur corps ſe dilate lentement, & ſe met par degrés en équilibre avec l'air extérieur; l'incommodité qu'ils reſſentent alors eſt très-légere, & elle ne les empêchent point d'arriver à une très-grande hauteur. C'eſt ainſi, par exemple, que MM. *Bouguer* & *de la Condamine* ſont parvenus ſur le ſommet du mont *Pichinca*, où le mercure du barometre n'avoit que 15 pouces 9 lignes d'élévation; en ſorte que l'air étoit environ deux fois moins denſe que celui qu'on reſpire en Hollande: par conſéquent nos deux Obſervateurs apprenoient, par leur propre expérience, que l'on peut ſupporter une très-grande raréfaction de l'air, en s'y accoutumant par degrés.

Les Eſpagnols qui firent la conquête du Pérou, furent attaqués de maux de cœur & de vomiſſemens lorſqu'ils paſſerent de la plaine ſur

ſur les montagnes ; mais inſenſiblement ils s'habituerent à l'air de ces montagnes.

Les ſommets des plus hautes montagnes des Alpes ne ſont pas non plus inacceſſibles aux Voyageurs ; le terrein s'éleve inſenſiblement de la mer à ces hauteurs, que l'on croit être égales à celles du Pérou ; de-là on s'accoutume par degrés à la qualité de l'air que l'on y reſpire.

Quoique le ſommet de *Radi-Cofani* en Toſcane, ſoit beaucoup plus haut que le mont *Véſuve*, néanmoins on n'y éprouve aucune anxiété de la part de l'air, on ſent ſeulement qu'il eſt plus raréfié que dans la plaine ; la raiſon en eſt qu'on y parvient par une pente de ſix milles d'étendue, & par conſéquent très-douce. Les hommes, les animaux & les oiſeaux de toute eſpece, vivent ſur cette montagne, qui eſt l'une des plus hautes de l'Europe. En général, on vit & on reſpire librement ſur toutes les montagnes, aux ſommets deſquelles on peut parvenir inſenſiblement & par des pentes douces.

« Les hommes & les animaux ne ſont pas » les ſeuls êtres vivans ſenſibles à la diminution » de la peſanteur de l'air. Ne cherchons point » d'autres cauſes pourquoi, à une certaine » hauteur, on ceſſe de rencontrer les grands

» arbres, & que le regne végétal diminue, pour
» ainſi dire, en raiſon directe de l'élevation du
» ſol. Depuis long-tems on a diviſé l'air ou
» l'atmoſphere terreſtre en trois grandes zo-
» nes; la plus inférieure & en même tems
» la plus denſe, ſoit par ſa peſanteur, ſoit
» par l'abondance des vapeurs & des exhalai-
» ſons dont elle eſt chargée, renferme dans
» ſon ſein & nourrit la plus grande quantité
» des végétaux; c'eſt en général la patrie
» propre aux plantes foibles, ſucculentes &
» tendres. La vivacité de la ſeve la feroit fa-
» cilement extravaſer hors des vaiſſeaux & des
» pores de la plante, ſi elle n'y étoit retenue
» par la très-grande preſſion de la colonne
» d'air qui l'environne, & qui obſtrue par ſa
» denſité tous les orifices. Dans la zone
» moyenne, l'air un peu plus homogène,
» plus élevé & plus léger, n'a pas aſſez de force
» pour contrebalancer la force de la ſeve dans
» ce genre de plantes; auſſi elles ne peuvent
» végéter dans cette région. La nature, toujours
» ſage & prévoyante, y a pourvu en n'y faiſant
» croître que des plantes à tiges ligneuſes,
» plus ſerrées & plus fortes. Dans cette claſſe,
» la rigidité des fibres végétales & de l'écorce,
» ſupplée à la foible réaction de l'air & à ſon
» défaut de preſſion. Enfin la région ſupé-

» rieure, où l'air n'eſt plus qu'un fluide très-
» pur, dégagé de toutes parties hétérogènes,
» un être très ſubtil & très-rare, & d'autant
» plus rare qu'il s'éloigne de plus en plus de
» la terre; dans cette région, la preſſion de
» l'air eſt preſque nulle; rien n'y végète; tout y
» périt; point de chaleur & par conſéquent
» point de vie. Quelque ſalubre que paroiſſe
» l'air qu'on y reſpire, il ne porte pas avec
» lui les parties nutritives propres à l'entretien
» vital, ſoit pour les plantes, ſoit pour les ani-
» maux. Les liqueurs n'y ont point de ſaveur;
» rien ne force leurs molécules de pénétrer &
» d'affecter les papilles nerveuſes de l'organe
» du goût. Les plantes que l'on tranſplante-
» roit dans cette région, perdroient leur force
» de ſuccion. Le poids de l'air ne ſeroit pas
» aſſez conſidérable pour pouſſer les ſucs nour-
» riciers dans les racines; toujours rampan-
» tes, leurs tiges ne trouveroient pas un ſou-
» tien dans l'air même. Les ſucs & la ſeve ne
» pourroient y fermenter: rien ne les oblige-
» roit à réagir l'un contre l'autre. Enfin, ce
» qui paroît être la qualité la plus précieuſe
» dans l'air, ſa légéreté & ſa pureté, y de-
» vient néceſſairement la cauſe d'une langueur
» pareille à la mort (1) ».

(1) Cours complet d'Agriculture. t. I. art. *Air.* p. 311.

L'air cependant pris à la hauteur de 1600 toiſes au-deſſus du niveau de la mer, eſt encore très-propre à l'entretien de la vie animale, ainſi qu'à la végétation des plantes; car les Villes de Quito, Cuença, &c. en Amérique, ſont ſituées à cette hauteur au-deſſus de la ſurface de la mer. Le ſol de ces Villes eſt très-fécond; on y voit croître avec plaiſir des arbres & pluſieurs plantes différentes. A la vérité, plus les montagnes ſont élevées, moins les arbres s'y élevent; leur hauteur n'excede même pas celle des arbriſſeaux (1), ainſi que *Peyſſonnel* l'a obſervé à la Guadeloupe; mais on ne voit point croître d'arbres au-delà de 2000 toiſes de hauteur; la terre n'y porte qu'un gazon fort clair, dont la hauteur égale au plus celle de la mouſſe. Enfin, on ne voit plus aucune plante, aucune végétation au-deſſus de 2000 ou 2300 toiſes d'élévation, quoique les neiges & les pluies tombent & ſe répandent ſur ce terrein (2). Non-ſeulement à une hauteur auſſi conſidérable, l'air eſt trop léger & trop rare pour pouvoir pénétrer & circuler dans les vaiſſeaux aériens des plantes, & pour exciter les ſucs nourriciers à ſe mouvoir dans

(1) Tranſact. Philoſoph. vol. XL. pag. 564.

(2) *La Condamine*, Introduct. Hiſt. pag. 48.

les vaiſſeaux qui leur ſont deſtinés ; mais le froid qui regne habituellement ſur les endroits qui ſont très-élevés, eſt lui-même fort contraire à la végétation. Les arbres ne croiſſent point vers les pôles où les nuits ſont ſi longues, où elles durent ſix mois ; & ſi on y en remarque quelques-uns, ce ſont des avortons, des petits arbriſſeaux : à peine trouve-t-on de l'herbe dans ces contrées.

La condenſation ſubite de l'air n'eſt pas moins funeſte à l'homme & aux animaux que la prompte raréfaction de ce fluide ; cependant ils s'habituent par degrés à reſpirer un air très-condenſé, de même qu'ils s'accoutument à vivre dans un air très-raréfié. Les animaux vivent gracieuſement & ſans incommodité ſous un récipient dans lequel on a condenſé l'air par degrés, ſur-tout ſi on a ſoin de renouveler ſouvent cet air ; en en retirant une partie pour en introduire de nouveau.

Les Mineurs qui travaillent à Cracovie, au fond des mines de ſel les plus profondes, y éprouvent une preſſion très-conſidérable de la part de l'air ; on en voit, à la vérité, pluſieurs qui ne peuvent la ſupporter ſans être expoſés à certaines maladies qui affectent même l'eſprit. C'eſt à cette cauſe que *Scheuchſer* attribue la *noſtalgie*, cette maladie endémique,

dont les habitans des Alpes nous offrent un exemple : habitués à reſpirer un air rare, léger, & celui qui paſſe dans leur ſang, par le moyen des alimens qu'ils prennent, étant de même nature, les vaiſſeaux & les fibres de leur corps ſont eux-mêmes accoutumés à ne ſupporter que le poids de cet air rare & ſubtil. De-là, s'ils voyagent dans des endroits où le poids de l'atmoſphere eſt plus grand, comme ils y ſont expoſés à une preſſion plus ſenſible, & que l'air intérieur, compris dans les différentes humeurs de leur corps, ne peut réſiſter à cette preſſion, la circulation du ſang ſe trouve dans ce cas expoſée à de trop grandes variations; ce qui occaſionne ces inquiétudes, cette triſteſſe qu'ils éprouvent alors; ils deviennent hypocondriaques, & leur plus grand deſir eſt celui de retourner dans leur patrie. Les Anciens avoient déja obſervé de ſemblables phénomènes, ainſi qu'on peut s'en aſſurer par un paſſage de *Lucrece* (1). *Baſterus* nous a laiſſé de très-beaux Commentaires ſur ces ſymptômes (2).

Les Plongeurs vivent ſous une ample cloche

(1) *Lucret.* lib. VI. verſ. 1101.

(2) *Verhandelingen*, der Maatſchappy te Haarlem, 3 Deel.

deſcendue dans la mer, lors même que cette cloche eſt à 300 pieds de profondeur, quoique l'air y ſoit alors neuf fois plus comprimé par la preſſion de l'eau que par ſon propre poids à la ſurface de la terre. Il y a plus, ceux qui ſont ſous cette machine n'éprouvent aucune ſenſation incommode; ils ne ſont point affectés déſagréablement par l'air denſe qu'ils y reſpirent, ſi on a ſoin d'y introduire de nouvel air, qu'on tient en réſerve dans des tonneaux qui communiquent avec cette cloche, & qu'on y fait paſſer en retirant, à l'aide d'une pompe aſpirante, une portion de celui qui a ſéjourné dans la cloche; il faut encore avoir attention de ne pas deſcendre cette machine avec précipitation, autrement le Plongeur ſeroit expoſé à une preſſion trop brufque qui lui cauſeroit une hémorragie. Pendant qu'on deſcend cette cloche dans la mer, la grande compreſſion qui ſe fait ſur la poitrine & les poumons, gêne la reſpiration & la rend difficile; mais l'air condenſé paſſant bientôt dans les routes de la circulation, l'équilibre s'établit entre l'air intérieur & l'air extérieur, & l'homme reſpire avec facilité. Toutes ces précautions ſont indiſpenſablement néceſſaires, mais ſur-tout le renouvellement de l'air; car la ſtagnation de ce fluide eſt auſſi fatale que ſon entiere priva-

tion. Un gallon anglois d'air (c'eſt-à-dire une meſure de 4 pintes de Paris) ne pourroit pas ſuffire pour la reſpiration d'un homme durant une minute. Suivant les expériences de M. *Hales*, 74 pouces cubiques d'air ne ſuffiroient pas, & au bout d'une minute l'homme courroit riſque d'être ſuffoqué.

Plus l'air eſt rare & plutôt il devient incapable de ſervir à la reſpiration (1). Une linotte peut vivre 3 heures dans un demi-gallon d'air; mais elle ne vit que cinq quarts-d'heure dans celui qui eſt moitié moins denſe.

Deux animaux renfermés ſous un même vaſe, y périſſent plus promptement que s'il n'y en avoit qu'un; trois y meurent encore plus promptement; &, dans ces ſortes d'expériences, on voit deſcendre de pluſieurs lignes le mercure d'un barometre renfermé dans le vaſe (2). Pourquoi l'air, dans ces circonſtances, perd-t-il ſi promptement ſes qualités vivifiantes?

Indépendamment de l'altération que l'air éprouve dans l'acte même de la reſpiration, pour des raiſons que nous expoſerons dans la ſuite, ce fluide eſt encore altéré par les exhalaiſons que la

(1) *Derham*, Theolog. Phyſ. ch. 1. remarq. 3.
(2) Comm. Bonon. vol. II. pag. 340.

tranſpiration inſenſible entraîne avec elle, donc la chaleur & les autres qualités ſont nuiſibles à la vie & dangereuſes pour la reſpiration ; ce qui n'a point lieu en plein air, ces exhalaiſons étant alors diſſipées ou emportées par les vents qui nous rafraîchiſſent continuellement.

De ce qu'un gallon d'air eſt corrompu en une minute par la reſpiration d'un homme, il s'enſuit qu'un tonneau d'air de 63 gallons ou 252 pintes de Paris ne ſuffiroit pas à un homme pendant une heure ; & s'il étoit renfermé dans le tonneau, cet air ſeroit encore gâté, par les exhalaiſons de tout ſon corps, dans un tiers du tems ou environ 20 minutes : de-là, 500 perſonnes enfermées dans une chambre, de la capacité de 500 tonneaux de 63 gallons chacun, qui n'auroit aucune communication avec l'air extérieur, mourroient ou tomberoient dans les convulſions, & autres fatals ſymptômes en 20 minutes, ou en deux heures, dans une ſalle de 3000 tonneaux de capacité (1). Voilà un calcul effrayant pour tous ceux qui ont l'imprudence de reſpirer un air qui ne circule point librement ; d'un autre côté, l'affreuſe expérience du cachot noir, leur apprendra que les effets de l'air non renouvelé ne ſont point ici exagérés.

(1) *Arbuthnot*, Effets de l'Air ſur le corps humain, &c.

Pendant la guerre que les Anglois ſoutinrent contre les Indiens à *Coli-Cotta*, autrement dit *Calcutte* dans le Bengale, M. *Holwel*, & 145 hommes avec lui, tous jouiſſant d'une parfaite ſanté, furent renfermés par ordre du Vice-Roi, dans une même priſon à 7 heures du ſoir. La place avoit 18 pieds de longueur, ſur 18 de largeur, par conſéquent 324 pieds quarrés; de ſorte que chaque homme avoit 26 pouces & demi de longueur, ſur 12 pouces de largeur, étoit ſuffiſant à peine pour les contenir ſans être beaucoup preſſés les uns ſur les autres. Le tems étoit exceſſivement chaud; & comme la priſon n'avoit qu'une petite fenêtre grillée à l'oueſt, l'air intérieur ne pouvoit ni circuler, ni être renouvelé. En moins d'une heure, pluſieurs de ces priſonniers éprouverent une grande difficulté à reſpirer; quelques-uns tomberent dans le délire: la priſon retentit d'exclamations inſenſées, de gémiſſemens & de cris de déſeſpoir. Celui qui ſe faiſoit entendre le plus étoit, *de l'eau! de l'eau!* elle leur fut donnée par les Sentinelles, mais ſans pouvoir étancher leur ſoif. Avant onze heures pluſieurs ſe trouverent ſuffoqués & moururent dans de violens délires. A minuit, tous ceux qui vivoient encore, excepté quelques-uns qui ſe trouvoient à la fenêtre, étoient inſenſés & fu-

rieux au dernier degré; ils ne trouvoient plus de ſoulagement dans l'eau, & on ne pouvoit pas leur donner de l'air; peu de tems après, ceux qui étoient à la fenêtre, tomberent dans une telle apathie, que l'on ne ſait pas ce qui s'eſt paſſé juſqu'au moment qu'ils ſortirent de priſon, le lendemain à ſix heures du matin. Tel fut l'effet de l'effluve animal, dans un lieu fermé & ſans circulation d'air, qu'en onze heures de tems, il ne ſortit de cent quarante-ſix hommes, que vingt trois vivans; & ceux-là encore avec une forte fiévre putride, dont ils guérirent néanmoins peu-à-peu, en reſpirant un air libre & frais, &c. (1).

Par ce terrible exemple de l'infection de l'air, on peut juger que, dans tous les lieux où il y a beaucoup de monde aſſemblé, l'air devient nuiſible & mal-faiſant, en raiſon de ſa moindre circulation ou du peu de communication qu'il a avec l'air du dehors; c'eſt ce qui arrive, par exemple, à un ſpectacle qui attire la foule, & où toutes les places ſont remplies de ſpectateurs. L'air en peu de tems ſe charge d'une quantité prodigieuſe d'exhalaiſons animales, très-dangereuſes par leur prompte corruption. Au bout d'une heure, on ne reſpire plus, pour ainſi dire, que ces exha-

(1) Journal de Phyſique, Août, 1781.

laiſons humaines ; on admet dans ſes poumons un air infecté ſorti de mille poitrines, la plupart corrompues & infectes, & gâté d'ailleurs par les émanations de la tranſpiration inſenſible ; de-là les maux de tête & de cœur, les dégoûts, &c. que ſouvent on en rapporte. Cette réflexion, jointe à un peu d'amour pour ſoi-même, devroit faire fuir de pareilles aſſemblées, lorſqu'elles ſe tiennent dans des lieux qui ne ſont pas bien aérés.

Nous ſavons, par une fatale expérience, que les ſubſtances, tant animales que végétales, lorſqu'elles ſont dans un état de putréfaction, ſont les ſources funeſtes des maladies les plus terribles & les plus redoutables. M. *Jean Pringle* nous a fourni l'exemple de la fièvre des priſons ou des hôpitaux, cauſée par l'infection d'un membre gangréné. Veniſe éprouva une fièvre terrible, occaſionnée par une quantité de poiſſons pourris ; & la Ville de Delft en Hollande, en fut affligée par des choux & d'autres végétaux putréfiés. On pourroit citer pluſieurs exemples de pays preſque totalement dépeuplés par de ſemblables cauſes.

Le grand amas d'hommes dans les camps, les hôpitaux, les priſons, &c. engendre ſouvent des fièvres malignes & peſtilentielles ; il y a plus, des maladies qui, dans les traitemens particuliers, ſont ordinairement d'une guériſon facile, ſont

dans les hôpitaux, très-longues. Des perſonnes bien portantes qui y viennent pour ſe faire guérir d'une bleſſure récente ou de quelqu'autre accident, y deviennent en peu de tems pâles, perdent l'appétit, & ſont en général foibles & décharnées; mais en ſont-elles ſorties, elles reprennent bientôt leur premiere vigueur: on n'opere que rarement, dans quelques hôpitaux, la guériſon des plaies de tête & des fractures compliquées, qui ne manque pour ainſi dire jamais de réuſſir dans le traitement particulier. On doit encore reconnoître ici les effets d'un air qui n'eſt point renouvelé auſſi promptement qu'il ſe charge d'exhalaiſons meurtrieres, provenant de la reſpiration & de la tranſpiration d'un plus ou moins grand nombre d'individus, ſoit ſains, ſoit malades.

L'inſtinct ſeul ſuffit quelquefois pour nous faire éviter le danger, c'eſt lorſqu'une odeur cadavéreuſe vient frapper notre odorat; mais l'on ne doit pas pour cela juger de la ſalubrité de l'air des priſons, des hôpitaux & d'autres lieux, où un grand nombre de perſonnes ſe trouvent raſſemblées, par l'abſence ſeule des odeurs déſagréables. Le principe morbifique peut y reſter caché à nos ſens bornés; l'expérience prouve en effet que la matiere animale & végétale, lors même qu'elle eſt frai-

che & éloignée de toute putréfaction, exhale néanmoins quelque choſe d'une nature fort nuiſible à l'économie animale.

Enfin, la pâleur, la foibleſſe, la mauvaiſe ſanté, les maladies nerveuſes, &c. ſont ordinairement le partage des perſonnes qui ſont preſque toujours concentrées dans l'intérieur de leurs appartemens, évitant le grand air avec autant de ſoin qu'elles devroient en avoir pour le reſpirer de tems à autre; ne pourroit-on pas attribuer le mauvais état de leur ſanté, & ſur-tout leurs affections nerveuſes, à l'action de l'air renfermé que ces perſonnes reſpirent? Non-ſeulement cet air ſtagnant eſt moins propre à entretenir le jeu de la reſpiration, mais il eſt rare qu'il ſoit aſſez chargé de cette humidité qui eſt néceſſaire pour entretenir la fluidité des humeurs, la ſoupleſſe des muſcles, la fraîcheur des poumons; humidité qui s'inſinue dans nos corps en plus ou moins grande quantité, ſelon le beſoin, ainſi que dans les végétaux.

L'altération que l'air éprouve dans les poumons de l'homme & des animaux, & qui eſt telle qu'une quantité donnée de ce fluide ne peut entretenir leur reſpiration que pour un tems déterminé, après lequel il leur devient funeſte; la qualité nuiſible de l'air reſpiré étant

bien avérée, il eſt facile d'expliquer pourquoi le ſouffle des baleines, ainſi que celui d'un ſerpent énorme qui habite les bords de la riviere des Amazones, ſont mortels pour les autres animaux qui en ſont atteints. L'on conçoit que l'air reſpiré par ces très-grands animaux, doit être en quantité ſuffiſante pour en envelopper de plus petits, les priver d'un air plus pur & produire ſon effet funeſte. Si l'on objectoit, d'après les expériences faites ſur l'homme, que l'air qui a ſervi à une ſeule inſpiration n'eſt point aſſez vicié pour détruire la vie, ne pourroit-on pas répondre que l'air, dans ces animaux giganteſques, étant expoſé à une beaucoup plus grande ſurface du poumon, & peut être pendant un tems plus long que dans l'homme, doit probablement ſouffrir un degré d'altération plus conſidérable, & être plus complettement phlogiſtiqué. Quoi qu'il en ſoit, le fait eſt atteſté par *Don Ulloa* & quelques autres Voyageurs.

CHAPITRE V.

De l'Air, relativement à la production & à la transmission des ſons.

LE ſilence le plus profond régneroit autour de nous & dans la nature s'il n'y avoit aucun fluide entre l'organe de l'ouïe & les corps qui produiſent cette variété de ſons que nous connoiſſons ; car toute eſpece de ſon eſt une modification particuliere du corps ſonore, dont la propriété principale eſt l'élaſticité ; c'eſt un frémiſſement des parties inſenſibles de ce corps, miſes en mouvement par le choc ou la percuſſion, & entretenues dans ce mouvement d'oſcillation par leur force élaſtique ; il faut néceſſairement qu'un ſemblable mouvement ſoit communiqué à certaines parties de l'oreille, autrement l'ame ne ſeroit point avertie de ce qui ſe paſſe dans le corps ſonore. Or, le mouvement ne peu ici ſe communiquer que par l'intermede d'un autre corps, par conſéquent la tranſmiſſion des ſons eſt dûe à un fluide interpoſé entre le corps qui les rend & l'oreille qui en eſt affectée.

Il eſt également inconteſtable que le fluide qui

qui tranſmet les ſons, eſt l'air qui nous environne ; car ſi on renferme ſous le récipient d'une machine pneumatique une petite ſonnerie, telle qu'une montre à réveil, on obſervera 1°. que le ſon ſe fait entendre, tant que l'air n'eſt point pompé ; 2°. que le ſon perd de ſa force, ou s'affoiblit ſenſiblement, à proportion que l'on pompe l'air, ou qu'on le raréfie ſous le récipient. 3°. Enfin, ſi le réveil eſt iſolé, de maniere à ne pouvoir pas communiquer ſes vibrations à la machine pneumatique, l'air étant très-raréfié, le ſon ne fait preſque plus impreſſion ; d'où l'on peut inférer qu'il ceſſeroit totalement, s'il étoit poſſible de faire un vide parfait ſous le récipient : l'air eſt donc néceſſaire pour la tranſmiſſion des ſons.

Il eſt probable que l'air participe au frémiſſement des parties inſenſibles des corps ſonores & tranſmet ainſi les ſons excités dans ces derniers, à des diſtances plus ou moins grandes. Un coup de fouet qu'un Poſtillon fait retentir ; une planchette qu'un enfant fait tourner rapidement au bout d'une ficelle ; une baguette que l'on agite avec une grande vîteſſe, produiſent des ſons qui ſuppoſent un ébranlement, un frémiſſement dans les particules de l'air ; d'où proviennent les ſons des inſtrumens à vent, ſi ce n'eſt en grande partie de l'ébran-

lement communiqué à la maſſe d'air contenue dans ces inſtrumens par une certaine quantité du même fluide ſortant de la bouche du joueur. Les vibrations de la matiere qui compoſe ces inſtrumens, entrent pour peu de choſe dans la formation des ſons qu'on en tire; autrement ils ceſſeroient de réſonner lorſqu'on les touche, parce qu'on interrompt alors leurs vibrations: or, cela n'arrive pas. On a vu des perſonnes aſſez bien exercées pour jouer différens airs, en faiſant claquer un fouet avec art & précipitamment (1).

Les ſons que nous articulons nous-mêmes ou que nous proférons dans le diſcours & dans le chant, proviennent également d'un tremblement ou frémiſſement occaſionné dans les molécules de l'air, ce qui eſt facile à concevoir. La reſpiration ou le jeu des poumons, ainſi que nous l'avons établi, conſiſte dans l'admiſſion & l'expulſion alternative de l'air au-dedans & au-dehors de cet organe.

La *glotte*, qui eſt une fente ovale par où l'air entre dans la trachée-artere pour ſe rendre dans le poumon, préſente deux levres, dont les bords ſont fermés par des cordons ligamenteux, attachés de part & d'autre à des

(1) Républ. des Lettr. tom. I. pag. 357.

cartilages, qui ſervent à les tendre plus ou moins. Selon M. *Ferrein* (1), ces cordes vibrent & produiſent des ſons plus ou moins aigus, lorſque l'air qui vient du poumon, en eſt chaſſé par un effort plus violent que celui d'où procède l'expiration ordinaire. Cet air frotte alors contre les *cordes vocales* & les fait frémir & réſonner à la maniere de celles ſur leſquelles on traîne un archet; & comme le même fluide a tout ce qui convient pour vibrer lui-même & donner des ſons, il prend le ton de chacun des filets tendineux qu'il vient de frapper, & c'eſt ainſi qu'il en devient le propagateur, en retentiſſant dans les cavités de la bouche & du nez; une tenſion plus ou moins forte dans ces cordes vocales, un effort plus ou moins violent pour faire ſortir l'air des poumons, différens obſtacles qui ſe rencontrent dans le goſier, occaſionnent la prononciation.

Cependant l'on peut dire, avec vérité, que la voix ne devient articulée que par les modifications qu'elle reçoit dans la bouche, par les dents, la langue, les levres, les joues, le palais. Le nez contribue auſſi à la beauté de la voix: voilà pourquoi on n'aime point à entendre quelqu'un qui parle, ou qui chante

(1) Mém. de l'Acad. des Scienc. 1741. pag. 409.

étant enchifrené, ou ayant, par quelque cauſe que ce ſoit, les narines bouchées, parce qu'alors l'air ſonore qui forme la voix ne peut y paſſer. L'on dit communément qu'il *parle du nez*; c'eſt tout le contraire: le dérangement de ſa voix vient de ce qu'il n'en parle pas.

Le bégayement de quelques perſonnes, la difficulté ou même l'impoſſibilité qu'elles éprouvent dans la prononciation de certains mots, vient de ce que n'ayant pas le mouvement de la langue bien libre, elles ne peuvent pas ou ne peuvent que difficilement la remuer à leur gré, & lui donner les inflexions néceſſaires à la modification de la voix.

Si la voix de l'homme devient plus grave & plus forte, lorſqu'il eſt parvenu à l'âge de puberté, c'eſt qu'à cette époque de la vie, la voix retentit dans de plus grandes cavités; les poumons, la poitrine, les muſcles, ont acquis d'autres dimenſions, & en même tems plus de force & de reſſort.

Il y a des perſonnes qui, par habitude ou par une certaine diſpoſition d'organes, font entendre une voix ſourde & étouffée qui ſemble partir de leur ventre; on les appelle, pour cette raiſon, *Ventriloques*; mais improprement, car elles ne parlent pas du ventre.

Les Anciens ont connu l'art des *Ventrilo-*

ques ; il paroît même que, dans des temps reculés, cet art avoit été porté fort loin, & qu'il étoit devenu aſſez commun pour qu'on s'en ſervît dans cette eſpece de divination particuliere qui étoit en uſage parmi les Payens, & qu'ils appeloient *Gaſtromantie* ; car l'on ſait qu'il y a eu beaucoup de ſupercherie dans la divination des idolâtres.

L'Engaſtrimiſme, c'eſt ainſi qu'on appelle cette faculté de paroître parler du ventre, s'eſt conſervée dans les tems poſtérieurs ; & l'on a étendu cette dénomination au ſecret qu'ont quelques perſonnes de modifier tellement leur voix, qu'elle paroît venir de loin, comme de cent ou deux cents toiſes, ſortir même de la terre ou partir d'en haut. Nous pourrions rapporter, d'après différens Auteurs, beaucoup d'exemples de ce genre merveilleux ; cependant nous ne parlerons que de l'*Engaſtrimiſme* de M. *Saint-Gille*, Marchand Epicier à S. Germain, à quatre lieues de Paris, parce qu'il a été trop bien examiné & reconnu par M. l'Abbé *de la Chapelle* en 1770, & enſuite la même année par des Commiſſaires de l'Académie royale des Sciences, chargés d'en conſtater la certitude, pour qu'on puiſſe le révoquer en doute. Voici deux des ſcenes auxquelles il a donné lieu, & dont nous empruntons

le récit mot pour mot d'un Ouvrage intitulé, *le Ventriloque* ou l'*Engaſtrimythe*, par M. *de la Chapelle*.

« M. *Saint-Gille* me fit entrer, dit cet » Auteur, dans une petite chambre au rez- » de-chauſſée (ce que l'on appelle, en termes » de Marchand, une *arrière-boutique*), & » chacun de nous occupa un coin d'une pe- » tite cheminée qui nous chauffoit, une table » à côté de nous; nous étions ſeuls. Mes yeux » ne quittoient pas ſon viſage, que je vis preſ- » que toujours en face.

» Il y avoit près d'une demi-heure qu'il » me racontoit des ſcènes très-comiques, cau- » ſées par ſon talent de Ventriloque, lorſque, » dans un moment de ſilence de ſa part & de » diſtraction de la mienne, je m'entendis appe- » ler, très-diſtinctement, M. *l'Abbé de la Chapelle*; » mais de ſi loin, & avec un ſon de voix ſi étrange, » que toutes mes entrailles en furent émues.

» Comme j'étois prévenu, je crois, lui » dis-je, que vous venez de me parler en Ven- » triloque? Il ne me répondit que par un » ſourire; mais dans le tems que je lui » montrois la direction de la voix qui m'avoit » paru venir du toît d'une maiſon oppoſée, » à travers le plancher ſupérieur de celle où » nous étions, je m'entendis dire bien diſtinc-

» tement, avec le même caractere & le même » timbre qui venoit de me ſurprendre, *ce n'eſt pas de ce côté-là*; & alors la voix me parut » venir d'un coin de la chambre, où nous » faiſions à la fois l'expérience & l'obſervation, » comme ſi elle fût ſortie du ſein de la terre » même.

» Je ne pouvois revenir de mon étonnement. » La voix me parut abſolument anéantie dans » la bouche du Ventriloque; rien ne paroiſſoit » changer ſur ſon viſage, qu'il eut pourtant » ſoin, dans cette premiere ſéance, de ne » me préſenter que de profil, toutes les fois » qu'il ſe mettoit à parler en Ventriloque.

» Cette voix voltigeoit à ſon gré; elle venoit » d'où il vouloit: de même que l'on entend les » *eſprits familiers*, qui ſe jouent de ceux qui » y croient.

» L'illuſion étoit abſolument complette. Tout » préparé, tout en garde que j'étois contre, » mes ſeuls ſens ne pouvoient me déſabuſer ».

» M. *Saint-Gille*, ſe promenoit un jour » avec un vieux Militaire, qui marchoit tou- » jours tête levée, & avec de grands écarts » de poitrine; il ne parloit, & il ne falloit » jamais parler avec lui que de batailles, de » marches, de garniſons, de combats ſingu- » liers, &c.

» Pour réprimer un peu cette fureur aſſom-
» mante de parler toujours de ſon métier, M.
» *Saint-Gille* s'aviſa de lui ſervir un plat du ſien:
» rien n'amuſe & ne corrige mieux qu'un ridi-
» cule en action.

» Arrivés à un endroit de la forêt aſſez dé-
» couvert, le Militaire crut entendre qu'on
» lui crioit du haut d'un arbre : *on ne ſait pas*
» *toujours ſe ſervir de l'épée que l'on porte.*
» Qui eſt cet impertinent ? Apparemment, dit
» M. *Saint-Gille*, quelque Pâtre qui déniche
» des oiſeaux; paſſons notre chemin. C'eſt un
» drôle, reprit le Militaire, en branlant la tête
» avec un viſage dur & refrogné. *Approche*, re-
» partit la voix, qui deſcendoit le long de l'ar-
» bre, *tu as peur ?* Oh ! pour cela non, dit le
» Militaire, en enfonçant ſon chapeau ſur ſa tête,
» & ſe diſpoſant à l'attaque. Qu'allez-vous faire,
» dit M. *Saint-Gille*, en le retenant, on ſe mo-
» quera de vous ? *La bonne contenance n'eſt pas*
» *toujours ſigne de courage*, continua la voix,
» toujours en deſcendant. Ce n'eſt pas-là un
» Pâtre, M. *Saint-Gille*, je le ferai bientôt
» repentir de ſes impertinences. *Témoin Hector*
» *fuyant devant Achille*, cria la voix du bas
» de l'arbre. Alors le Militaire, tirant ſon
» épée, vint l'enfoncer à bras raccourci dans
» un buiſſon qui étoit au pied ; il en ſortit

» un lapin qui ſe mit à courir à toutes jam-
» bes. Voilà Hector, lui cria M. *Saint-*
» *Gille* avec ſa voix ordinaire, & vous êtes
» Achille » !

» Cette plaiſanterie déſarma & confondit le
» Militaire; il demanda à M. *Saint-Gille* ce
» que tout cela ſignifioit » ?

» Celui-ci le lui expliqua en ajoutant: il
» faut avouer que j'ai deux voix, qui ſont de
» moi comme deux perſonnes; une à l'ordi-
» naire, avec laquelle je vous parle actuellement,
» & une autre qui m'éloigne de moi-même à
» une aſſez grande diſtance ».

Ceux que de ſemblables ſcenes amuſeroient, trouveront de quoi ſe ſatisfaire dans l'ouvrage de M. *de la Chapelle*. Voyons quelle peut être la cauſe de ces ſortes de phénomènes.

MM. *le Roi* & de *Fouchi*, nommés par l'Académie des Sciences pour examiner M. *Saint-Gille*, ayant mis la main ſur ſon ventre, reconnurent que cet organe n'avoit aucun mouvement particulier qui pût concourir à la formation de la voix en *Ventriloque* (1). M. l'*Abbé de la Chapelle* s'eſt exercé à articuler des ſons pendant l'inſpiration de l'air dans la trachée-artere;

(1) Le *Ventriloque*, Extr. des Reg. de l'Acad. roy. des Scienc. de Paris. 16 Janv. 1771. pag. 406 & ſuiv.

& il paroît, d'après ſa propre expérience, qu'on peut parler bas en aſpirant (1) : ce qui peut être aura pu ſuffire à quelques *Ventriloques* ; mais l'*Engaſtrimyſme* reconnu de nos jours ne conſiſte nullement dans cette maniere de parler, comme le déclarent eux-mêmes, M. *Saint-Gille* & M. le Baron de *Mengen*, autre prétendu *Ventriloque*, dans une letttre datée de Vienne en Autriche, du 20 Mars 1770, & dont la copie ſe trouve dans l'Ouvrage que nous venons de citer ; d'ailleurs on pourroit douter qu'il fut poſſible de parler haut en aſpirant, encore moins de donner un timbre inſolite à ſa voix, & de la modifier, de telle maniere qu'elle paroiſſe venir de différentes diſtances. Auſſi M. *de la Chapelle* avoue, relativement aux plus célebres *Ventriloques*, que parler en aſpirant n'eſt point une maniere qui ſoit propre aux *Engaſtrimythes*, & d'où l'on puiſſe déduire les caracteres qui les diſtinguent des hommes ordinaires.

Quelles peuvent donc être les cauſes de l'*Engaſtrimyſme* ? Le célebre Auteur du *Ventriloque* les a fort bien expoſées au jugement de l'Académie des Sciences : voici ce qu'il dit à ce ſujet.

(1) Le *Ventriloque*. pag. 376.

« Si l'on recherche la choſe, comme je l'ai » fait, on ſe convaincra par l'inſpection même, » que cela eſt dû à un jeu particulier des muſ- » cles du pharynx ou du goſier, jeu que tout » homme organiſé à l'ordinaire, pourra ac- » quérir par un exercice conſtant & ſoutenu, » joint à une volonté opiniâtre & bien déter- » minée d'y plier ſes organes.

» Cela n'a pas coûté plus de huit jours à » M. *Saint-Gille*, qui l'apprit à la *Martinique*, » à force de vouloir imiter un *Ventriloque*, » avec lequel il s'étoit lié d'amitié dans ce » pays-là. *Le Ventriloque ; pag. 390 & ſuiv.*

» M. le Baron de *Mengen*, par exemple, » avoue & déclare, avec la plus grande fran- » chiſe, que tout ſon art eſt dû à la paſſion » qu'il avoit dès ſon enfance, de contrefaire » ou d'imiter les ſons, la voix, les cris, les » chants de tous les animaux domeſtiques ; & » que ſes organes, aſſouplis par un exercice » conſtant, long & ſoutenu, étoient enfin » parvenus à produire une illuſion complette. » *Ibid, pag. 363.*

» Un reſſerrement ou une conſtriction mé- » nagée dans les muſcles de l'arrière-bouche » ou du pharynx, qui étranglent, atténuent » ou affoibliſſent la voix ; le ſon modifié par-là, » comme s'il venoit de loin, ſoutenu par nos

» jugemens d'habitude, avant que l'expérience » ait appris à les corriger ; c'eſt en peu de » mots, ſelon mon opinion, toute la cauſe » & tout l'effet des *Ventriloques. Page 402* » *& ſuiv.*

» Cette maniere d'articuler les ſons, a beau- » coup de rapport avec ce que les gens du » monde appellent *la voix de bal*, où, par un » certain reſſerrement de la gorge, on contre- » fait ſa voix, en la rendant beaucoup plus » claire ; car cette maniere de parler eſt fort » fatiguante, & ne peut être pratiquée pen- » dant long-tems, pour peu qu'on ſoit en- » rhumé, & finit par donner un eſpece d'en- » rouement.

» Une choſe à laquelle il faut faire attention, » & qui tend ſans doute à augmenter l'illu- » ſion, c'eſt que, dans la maniere de parler » en *Ventriloque*, l'air étant particuliérement » frappé dans l'intérieur de la gorge, lors de » l'expiration, & non pas au dehors, comme » dans la maniere de parler ordinaire, cela » contribue encore à donner à la voix un ca- » ractere qui ſert à la faire paroître venir de » loin.

» Enfin ce qui me ſemble confirmer que, » chez les Anciens, comme parmi nous, tout » l'art des *Ventriloques* conſiſte dans cette conſ-

» triction de la gorge, volontaire & acquiſe
» par l'habitude, c'eſt qu'Hippocrate, en parlant
» d'une eſpece particuliere de mal de gorge,
» dit qu'elle faiſoit parler ceux qui en étoient
» atteints, comme s'ils étoient *Engaſtrimythes.*
» Or, puiſqu'une certaine maladie de la gorge
» peut donner la voix de *Ventriloque*, rien ne
» paroît plus naturel que de ſuppoſer que l'art
» peut produire, par l'uſage même, le même
» effet que la maladie; &, par conſéquent,
» comme nous l'avons dit, que les *Ventriloques*
» des Anciens ne devoient, & que ceux de
» nos jours ne doivent leur talent qu'à une
» maniere particuliere de reſſerrer la gorge.

» Puiſque les ſons des *Ventriloques* s'articu-
» lent particuliérement dans l'arrière-bouche,
» pourquoi, dit M. l'Abbé *de la Chapelle*, n'y
» rapporte-t-on pas la voix, comme on le fait
» ordinairement à la bouche antérieure?
» Cela vient, ajoute-t-il, de nos jugemens d'ha-
» bitude. Il n'y a que l'expérience qui nous
» apprenne à juger par les yeux, de la diſtance
» des objets; nous apprenons de même à en
» juger par les ſons. Toutes les fois que l'air
» ſera modifié de près, comme il l'eſt, pour
» produire les ſons que l'expérience nous a
» appris venir de loin, nous en rapporterons
» le bruit à la même diſtance & dans la même

» direction, quand ils ne partiroient qu'à » deux pouces de nos oreilles : c'eſt-là un prin- » cipe d'expérience, & d'obſervation.

» Or, c'eſt préciſément ce que produit l'eſ- » pece de *Ventriloques* dont nous recherchons » la cauſe.... Leur voix, quoique bien pronon- » cée & très-intelligible, ſe rapproche beau- » coup de la voix baſſe ; elle eſt grêle, peu » nourrie, prolongée & comme expirante ; » voilà bien les caracteres d'une voix foible qui » vient de loin : on doit donc lui attribuer cette » qualité, juſqu'à ce que l'expérience ait appris » à corriger ce jugement.

» C'eſt effectivement ce qui m'eſt arrivé. A » la troiſieme expérience, l'illuſion a diſparu... » Je rapportois directement, à la bouche de » M. *Saint-Gille*, des paroles que d'autres » s'imaginoient venir du haut d'un arbre, du » milieu d'un champ, du ſein de la terre ou » de l'air, à trente ou quarante toiſes de diſ- » tance.

» Ce dernier effet, c'eſt-à-dire celui de faire » venir la voix d'où il veut, eſt le plus ſur- » prenant, & peut-être le plus aiſé de tous à » expliquer ; on ſait que la voix exerce ſa plus » grande force, ſuivant la direction de l'axe » des lignes vocales. Or, ſuppoſons que la » plus grande amplitude ou la plus grande

» portée d'une pareille voix, ſoit jugée de qua-
» rante toiſes : le *Ventriloque*, en parlant,
» eſcamote un peu ſa phyſionomie ; il a ſoin,
» ſans affectation, de tourner ſon viſage &
» de diriger la voix du côté d'où il veut qu'elle
» paroiſſe venir. Si c'eſt du côté de la terre,
» elle paroîtra donc venir de ſon fond, à
» quarante toiſes de ſa ſurface. S'il la dirige
» vers le ciel, ce ſera à quarante toiſes de haut,
» d'où l'on s'imaginera qu'elle vient, & ainſi à
» volonté, en ſuivant toujours les directions
» quelconques.

» Il n'eſt pas beſoin d'ajouter que le preſ-
» tige augmentera d'intenſité & de merveil-
» leux au milieu d'une forêt de haute-futaie,
» parmi les rochers, dans les montagnes &
» les vallons. *Page 391 & ſuiv.* »

On peut reconnoître tout le fond d'un pareil preſtige, dans la maniere dont on imite les lointains dans les ſymphonies, à l'Opéra & ailleurs, par le moyen des cors de chaſſe, du claveſſin & des orgues, dont on affoiblit les ſons par degrés, en dérobant la vue des inſtrumens aux yeux des ſpectateurs.

Après avoir fait connoître en quoi conſiſte la voix humaine & les diverſes modifications dont elle eſt ſuſceptible, il eſt à propos de dire un mot du rire, de la toux & de l'éternue-

ment ; car ils dépendent auſſi en grande partie du frémiſſement des particules de l'air.

Le rire vient de l'air que l'on a reſpiré, & qui s'échappe alors de la glotte à pluſieurs repriſes, qui ſe ſuccedent preſque continuellement.

La toux nous eſt ſalutaire ; elle nous fait rendre, avec l'air que nous avons reſpiré, tout ce qui irrite le goſier, la trachée-artère & les poumons. Nous chaſſons alors l'air avec la plus grande force, en affermiſſant notre corps, faiſant replier notre menton au-dedans, & tirant la langue au-dehors, afin que l'air trouve une voie directe par laquelle il puiſſe ſortir plus promptement.

L'éternuement chaſſe un corps étranger qui chatouille les narines ; il vient de l'air que l'on reſpire en plus grande quantité, & que l'on rend en même tems avec plus de force par les narines. On réunit alors en quelque ſorte toutes les facultés du corps qui contribuent à la reſpiration & à l'expiration ; un effort auſſi violent, l'expulſion auſſi forte de l'air qui monte juſqu'au crâne, romproit les vaiſſeaux délicats qui ſe trouvent dans la tête, ſi la nature, toujours prévoyante, n'avoit auparavant fixé en quelque ſorte notre cervelle, notre tête & toutes les parties de notre corps. Vous vous mouchez

mouchez en chaſſant l'air avec effort par les narines.

Les Naturaliſtes nous apprennent que le bourdonnement des mouches, le cri des cigales, celui des grillons & des ſauterelles, dépendent dans les uns d'un certain battement des aîles, & dans les autres d'une autre eſpece de membrane mince qu'ils ont quelquefois dans le ventre, comme la cigale, & d'autres fois ſur le dos, comme certaines ſauterelles. Ces membranes, en cédant à la contraction alternative des muſcles ou tendons auxquels elles ſont attachées, agitent violemment l'air qu'elles frappent dans leur mouvement d'expanſion; & ce mouvement, communiqué à une partie des molécules d'air, ſe communique ſucceſſivement aux molécules voiſines; & à meſure que la force impulſive ceſſe d'agir, les molécules comprimées reviennent par leur reſſort ſur elles-mêmes: de-là ſans doute, le frémiſſement des molécules d'air, la formation du ſon, ſa tranſmiſſion & ſa propagation par le moyen du même fluide. C'eſt ainſi que tout corps ſonore mis en jeu, agite l'air ambiant par des ſecouſſes ſemblables & correſpondantes à ſes propres vibrations, & que celles-ci ſont tranſmiſes & propagées de proche en proche, juſqu'à l'oreille qui en eſt ébranlée.

Cette agitation de l'air ſe décèle manifeſtement lorſqu'on excite un ſon bruyant près d'une piece d'eau tranquille ; on voit la ſurface du liquide frémir ou ſe criſper par les ſecouſſes qu'elle reçoit de l'air agité qui le touche. *Grimaldi* (1) nous apprend qu'on a ſu profiter de l'ébranlement communiqué à une maſſe d'air, & même à une très-grande diſtance, pour ſe mettre en garde contre la ſurpriſe de l'ennemi. On met alors un dé à jouer ſur la peau d'un tambour ; lorſque l'ennemi approche, l'ébranlement qu'il cauſe à la maſſe d'air qui l'environne ſe communique de proche en proche juſqu'au tambour ; il fait frémir les fibres de la peau, & on voit le dé ſe trémouſſer ſur cette derniere.

Comme l'air eſt du nombre des corps qui exercent leur preſſion en tout ſens, il eſt vraiſemblable que les ſons ſe répandent & ſe propagent dans ce fluide comme dans une certaine ſphere, dont le corps ſonore eſt le centre, c'eſt-à-dire que chaque point phyſique de l'air mis en mouvement s'étend de tous côtés & forme en quelque maniere des rayons ſonores qui ne ſont point confondus. Dans cette hypothèſe, on conçoit que les ſons s'affoibliſ-

(1) Phyſ. Math. de Lumine.

ſent ou perdent de leur intenſité, à meſure qu'ils s'éloignent du corps qui les rend : le mouvement de frémiſſement occaſionné dans celui-ci, doit produire un effet d'autant moindre dans l'air qu'il agite, qu'il ſe communique à une plus grande maſſe de ce fluide. La raiſon pour laquelle les ſons ſe font mieux entendre dans un lieu fermé qu'en plein air, eſt également facile à ſaiſir : c'eſt que le corps qui réſonne communique plus en plein ſes vibrations à un air captivé & arrêté, qui ne peut échapper à ſes impulſions réitérées, qu'à un air libre qui cede trop facilement & qui ſe ſouſtrait en partie à la force comprimante.

L'exiſtence ſimultanée de différens ſons dans une même maſſe d'air, eſt un fait ſur lequel l'expérience journaliere ne ſauroit laiſſer aucun doute. Dans les lieux habités, nous en entendons pluſieurs en même tems, & nous les diſtinguons très-bien, quoique propagés & tranſmis par la même maſſe d'air. Dans une Salle même qui a peu d'étendue, & où l'on donne un concert on entend à la fois, nettement & diſtinctement, le ſon des voix & celui des inſtrumens qui forment une ſymphonie. Comment peut-il ſe faire que cette multiplicité & cette variété de ſons ſoient tranſmis ſans confuſion à chacun des Auditeurs ? comment la

même maſſe d'air renfermée dans la Salle peut-elle recevoir & tranſmettre toutes les différentes vibrations qui ſont néceſſaires pour produire des ſons & des accords ſi variés ?

Pluſieurs Phyſiciens ont voulu expliquer ce phénomène ; mais M. *de Mairan* eſt le ſeul qui l'ait fait d'une maniere ſatisfaiſante. Suivant ce célèbre Académicien, il faut admettre dans l'air différentes parties ſonores propres à chacun des ſons qu'il reçoit, à raiſon des viteſſes particulieres & toujours les mêmes de leurs vibrations, c'eſt-à dire qu'on doit reconnoître dans l'air des moléculesdifférentes, ſoit par la groſſeur & la grandeur, ſoit par le reſſort & la tenſion, variés en un mot à l'infini ; ce qui s'accorde d'ailleurs avec quantité d'obſervations relatives à la conſtitution de l'air.

Cela poſé, un corps ſonore trouve néceſſairement, dans la maſſe d'air qui l'environne, des molécules de ce fluide qui lui ſont analogues, & qui peuvent, par cette raiſon, recevoir, conſerver & propager ſes vibrations. Ces molécules d'air, analogues aux parties ébranlées dans le corps ſonore, vont & viennent comme ces dernieres ; de ſorte qu'à chaque inſtant elles reçoivent une nouvelle ſecouſſe qui accélere leur mouvement de plus en plus, juſqu'au point de le rendre ſenſible à l'oreille.

Par conſéquent deux cordes, dont les vibrations different en nombre dans le même tems, ou donnent naiſſance à deux ſons différens, ſe font bien entendre dans la même maſſe d'air, mais par différentes parties de cette maſſe fluide ; &, ce que nous diſons de deux cordes, peut s'étendre à un nombre auſſi grand que l'on voudra. Dans un concert de voix & d'inſtrumens, il n'y a point ou preſque point de frémiſſement, excité dans les fibres ſonores, qui ne puiſſe ſe propager, par le moyen de quelques molécules analogues, juſqu'aux oreilles des Auditeurs. Quand à l'impreſſion des ſons ſur ce double organe, quoiqu'il ne ſoit pas de notre objet d'en parler, cependant nous nous y arrêterons un inſtant.

L'organe de l'ouïe eſt compoſé particuliérement d'une infinité de petites fibres d'inégale longueur, d'inégale tenſion ; & par conſéquent les unes ſont propres à recevoir & à tranſmettre à l'ame un certain ſon, & les autres un autre ſon ; ce qui s'accorde avec ce que nous avons dit de l'exiſtence ſimultanée des différens ſons dans l'air. De même donc qu'une corde ſonore, reſtant la même dans toutes ſes circonſtances, donneroit conſtamment le même ſon, de même un filet d'air & une fibre de l'oreille

ſemblent être deſtinés pour un ſon déterminé, & toujours le même.

Ainſi, quand deux ſons excitent des frémiſſemens, ſoit dans l'air, ſoit dans l'organe de l'ouïe, chacun d'eux agit ſur la fibre analogue à la fréquence de ſes vibrations, & qu'on pourroit appeler fibre du même ſon; chacun par conſéquent ſe tranſmet d'une maniere diſtincte. Il arrive ainſi à ces fibres analogues, ce que l'on voit arriver aux cordes d'un clavecin ou même de tout autre corps ſonore dont on prend le ton; en touchant une corde, l'on fait réſonner celle qui ſe trouve à l'uniſſon, non-ſeulement ſur le même inſtrument, mais encore ſur un autre placé à côté.

Si l'on prend un nombre quelconque de verres à boire qui ſoient de même grandeur, de même figure & à l'uniſſon, & que, les ayant remplis de liqueurs ſemblables ou différentes, on les mette proche les uns des autres, ſi l'on vient à gliſſer fortement le bout du doigt ſur le bord d'un de ces verres pour lui faire rendre un ſon, on verra trémouſſer, non-ſeulement la liqueur qui y eſt contenue, mais encore celle des autres verres.

Lorſqu'on parle à voix haute dans un magaſin de verreries, dans une boutique de chau-

dronnier, dans quelque endroit où il y a beaucoup de vaiſſelle creuſe, l'on entend toujours réſonner quelque piece tandis que les autres demeurent en ſilence : que l'on prenne un ton différent, c'eſt quelque autre piece qui repond.

Ce que l'on a dit de plus vraiſemblable pour expliquer cette eſpece de choix que certains ſons affectent, pour les cordes & les fibres qui leur ſont analogues, c'eſt que le même mouvement vibratoire peut ſe continuer plus facilement dans celles dont les vibrations ont les mêmes rentrées ; car, pour celles qui ſont de nature à faire, par exemple, une vibration & demie contre une, elles ne reviennent point à tems pour recevoir avec les autres une ſeconde impulſion ; c'eſt pourquoi leur mouvement doit ſe ralentir ou ceſſer.

Ainſi, une corde ébranlée ou tout autre corps ſonore mis en jeu, fait frémir principalement les molécules d'air & les fibres de l'oreille qui ſont à l'uniſſon avec lui, ou qui font, dans le même eſpace de tems, le même nombre de vibrations ; enſuite le même corps ſonore met en mouvement & les molécules & les fibres qui ſont *harmoniques* ou *conſonnantes*, c'eſt-à-dire celles dont les vibrations recommencent avec les ſiennes après un certain nombre ; par conſéquent une des fibres de l'oreille ne ſauroit

frémir, que toutes les harmoniques ne frémiſſent auſſi dans le degré de force qui leur convient. Le ſentiment que nous en recevons s'eſt répété pluſieurs millions de fois depuis notre enfance ; & de-là s'eſt formé en nous une habitude, qui n'eſt autre choſe que le ſentiment naturel de l'harmonie.

Les ſons, étant propagés & tranſmis par l'air dans lequel nous ſommes plongés, augmentent & diminuent d'intenſité, ſuivant que ce fluide devient plus denſe, ou plus rare, ou plus ou moins élaſtique ; c'eſt ce qu'on peut obſerver dans l'expérience que nous avons apportée en preuve de la néceſſité de l'air pour la tranſmiſſion des ſons. Celui de la montre à réveil, renfermée ſous le récipient, s'affoiblit à proportion que l'on en pompe l'air, & conſéquemment à proportion que ce fluide perd de ſa denſité & de ſon reſſort. Le ſon ſe fortifie au contraire à meſure qu'on rend l'air évacué, & par conſéquent à proportion que la denſité & le reſſort de l'air augmentent.

On a reconnu, par des expériences répétées un grand nombre de fois, que les ſons dans un air condenſé, augmentent avec la denſité & le reſſort de l'air, c'eſt-à-dire qu'ils deviennent ſenſiblement plus forts & ſe font entendre de plus loin que ſi l'air étoit dans ſon état

naturel. *Hauxbée* (1) ayant renfermé une ſonnerie & condenſé l'air dans un vaiſſeau par le moyen d'une pompe foulante, a trouvé que le ſon produit dans ce vaiſſeau ſe propage à une diſtance, qui augmente dans la même raiſon que la condenſation de l'air, c'eſt-à-dire qu'ayant doublé le denſité & le reſſort de l'air tout enſemble, le ſon s'étend deux fois plus loin qu'auparavant; & qu'après avoir triplé la denſité & le reſſort de l'air, le ſon ſe fait entendre de trois fois plus loin, &c. On ſeroit dans l'erreur, ſi on inféroit de-là que le ſon augmente dans le rapport de la ſimple denſité de l'air; car, lorſque le ſon produit dans un air condenſé ſe fait entendre à une double diſtance, il faut, qu'à la moitié de cette diſtance, le même ſon ſoit quatre fois plus fort; ce qui eſt facile à concevoir.

Nous avons avancé précédemment que le ſon dans l'air ſe propage par des rayons de ce fluide, qui, partant du corps ſonore, vont en s'écartant les uns des autres, comme ceux d'une ſphére: de-là, l'oreille attentive à ce qui ſe paſſe alors, devient la baſe d'un cône d'air mis en vibration par le corps ſonore qui eſt au ſommet. Or, les baſes des cônes croiſſent

(1) Phyſ. Méc. Expér.

comme les quarrés des longueurs de ces cônes ; ainſi un cône d'air deux fois plus long qu'un autre a une baſe quatre fois plus étendue ; & par conſéquent l'oreille reçoit quatre fois plus de rayons ſonores à la baſe du plus petit cône qu'elle n'en reçoit à la baſe du plus grand cône, ou à une diſtance double du corps ſonore.

Par la même raiſon, elle en recevroit 9 fois moins à une diſtance 3 fois plus grande, 16 fois moins à une diſtance 4 fois plus grande, & ainſi de ſuite ; & comme 16 eſt le quarré de 4, 9 le quatré de 3, 4 le quarré de 2, on peut dire en général que la force du ſon diminue, comme le quarré de la diſtance augmente.

Suivant le principe que nous venons de développer, il faut que le ſon s'augmente, ou comme le quarré de la denſité, ou comme le quarré de l'élaſticité de l'air, ou bien comme le produit de l'une multipliée par l'autre. M. *Zanotti* (1), curieux de ſavoir laquelle de ces trois loix étoit celle de la Nature, l'a recherchée par pluſieurs expériences ingénieuſes, & entre autres par celles qui ſuivent.

D'abord ce Phyſicien ayant enfermé un corps

(1) Comm. de l'Inſt. de Boulog. t. I. pag. 173.

ſonore dans un vaiſſeau, condenſa l'air que ce vaiſſeau contenoit, & il s'aſſura enſuite de l'augmentation du ſon dans cet air condenſé. En ſecond lieu, il plongea le vaiſſeau dans de l'eau chaude, & il reconnut que la chaleur communiquée par ce moyen à la maſſe d'air compriſe dans le vaiſſeau, en augmentant le reſſort de ce fluide, ajoutoit encore à l'intenſité ou à la force du ſon. M. *Zanotti* conclut de ces expériences que le ſon s'augmente comme le produit de la denſité de l'air multipliée par ſon reſſort; mais pour que cette regle pût être admiſe, il faudroit prouver que la denſité de l'air augmentant, indépendamment de ſon reſſort, l'intenſité du ſon croît proportionnellement; & l'expérience ne peut ſatisfaire à cet égard, puiſque toutes les fois qu'on augmente la denſité de l'air, on augmente en même tems le reſſort de ce fluide.

Quoiqu'il en ſoit, nous raſſemblerons ici pluſieurs obſervations qui ont rapport à la production du ſon dans un air condenſé.

Un Plongeur deſcendu à une grande profondeur ſous une cloche, où il pouvoit ſe réfugier & reſpirer dans l'eau, ayant voulu emboucher, dans l'air condenſé & comprimé qui l'environnoit, un cor-de-chaſſe dont le ſon devoit ſervir de ſignal à ceux qui étoient à la

ſurface de l'eau, cet homme fut ſi épouvanté du bruit violent dont retentit l'air de la cloche, qu'il penſa s'évanouir, & laiſſa tomber l'inſtrument dans l'eau (1).

Si l'on en croit le Pere *Kirker*, il y a à Fulde un puits d'environ 300 palmes de profondeur, dans lequel, ſi on jette une pierre, on entend un bruit ſemblable à un coup de canon. On dit auſſi qu'ayant déchargé un piſtolet ſur les monts Carpathes, on n'entendit d'abord qu'un bruit ſemblable à celui d'un bâton qu'on briſe, mais qu'enſuite ce ſon augmenta prodigieuſement par les fréquentes réflexions des rochers & des vallées ; on tira le même piſtolet en deſcendant de ces montagnes, & les réflexions produiſirent un bruit plus horrible que celui d'un gros canon. « Dans les antres ſouterrains, l'air eſt ſouvent plus » denſe qu'à la ſurface de la terre ; & ſi le ſon » s'augmente dans les cavernes, dans la même » proportion qu'il diminue ſur certaines mon» tagnes où l'air eſt fort rare, il peut devenir » horrible ».

C'eſt ſans doute par des raiſons à peu-près ſemblables que les ſons font plus d'impreſſion ſur l'organe de l'ouïe, toutes les fois que les

(1) Journal des Savans, année 1678. pag. 147.

corps qui les produiſent communiquent leurs vibrations à un air qui eſt appuyé. Dans les aqueducs & dans les autres ſouterrains voûtés, la voix la plus foible ſe fait entendre intelligiblement d'un bout à l'autre. Quand on a crevé ou lâché ſimplement l'une des peaux d'un tambour, il ne rend plus autant de ſon qu'auparavant, parce que l'air contenu dans la caiſſe n'étant plus appuyé ſur une peau bien tendue, il réſiſte moins & ſe ſouſtrait en quelque ſorte à l'action des coups qu'on lui porte. Les inſtrumens à cordes, tels que les violons, les baſſes, les clavecins, &c. doivent contenir une caiſſe de bois mince & élaſtique; autrement le frémiſſement des cordes ſe communiqueroit à un air vague & ſans appui: celui-ci ne réſiſteroit point aſſez pour recevoir convenablement les impreſſions qu'on voudroit lui communiquer, par le moyen de ces cordes ſonores.

C'eſt en partant ſans doute de ces obſervations ou de quelques autres du même genre, qu'on a imaginé le *porte-voix*; on appelle ainſi une eſpece de trompette dont on ſe ſert pour donner plus d'étendue & de force à la voix humaine: il y a apparence qu'on doit aux Grecs l'invention de cet inſtrument; car il eſt fait mention dans l'Hiſtoire, de la fameuſe trompette d'*Alexandre*

le Grand, avec laquelle il ſe faiſoit entendre de très-loin, raſſembloit ſon armée diſperſée & lui donnoit ſes ordres, comme s'il ſe trouvoit en préſence de chaque Soldat, & qu'il parlât à chacun d'eux en particulier; cependant cet inſtrument avoit été oublié. *Samuel Morland*, Anglois, le Pere *Kirker*, & *Jean-Baptiſte Porta*, Napolitain, croient l'avoir inventé, & ils ont des partiſans. Au reſte, c'eſt un tube de métal qui eſt communément de figure conique & qui ſe termine, d'une part, par une embouchure, & de l'autre, par une eſpece de pavillon très-évaſé. Pour conſtruire cet inſtrument de la maniere la plus avantageuſe, il faut travailler avec ſoin ſon embouchure, faire en ſorte qu'elle s'adapte exactement à la bouche & qu'elle reçoive tout l'air qui en ſort; il faut, autant qu'il eſt poſſible, ne point compoſer le corps de la trompette de tuyaux qui s'emboîtent les uns dans les autres; autrement les inégalités qui en réſulteroient ſeroient préjudiciables à la propagation des ſons articulés. Le fer-blanc eſt la matiere avec laquelle on fabrique communément les trompettes parlantes; ſuivant quelques Phyſiciens, elles produiroient mieux leur effet, ſi on les faiſoit avec des planches de cuivre battu ou de tout autre métal propre à acquérir

du reſſort ſous le marteau D'autres voudroient qu'on employât les matieres les moins ſonores, c'eſt-à-dire celles dont l'élaſticité ne peut être miſe en jeu que difficilement.

Ces derniers obſervent avec raiſon, que les matieres réſonnantes répandent le ſon à la ronde, & que cela ne peut être qu'au préjudice de la propagation des ſons vers un endroit déterminé. « Il me ſemble, dit M. » *l'Abbé Beguin* (1), que l'on pourroit accorder » les uns & les autres, s'il étoit poſſible de » faire l'intérieur des porte-voix d'une matiere » élaſtique, & l'extérieur au contraire. Si cela » n'eſt point pratiquable, ajoute-t-il, il faut » les conſtruire comme les premiers le deman- » dent, & revêtir leur ſurface extérieure de quel- » que matiere molle, qui empêche les vibrations » ſonores de ſe communiquer au-dehors à » un air vague. En revêtiſſant l'inſtrument de » quelque peau ou de quelque étoffe de laine, il » paroît que l'on obtiendroit cet effet; l'uſage » de garnir ainſi en dehors les trompettes mu- » ſicales, les cors-de-chaſſe, ne ſeroit-il pas dû, » au moins en partie, à cette obſervation? »

Le ſon augmente en dedans du porte-voix, non-ſeulement parce que l'air intérieur eſt

(1) De la Philoſophie. tom. III. pag. 11.

ſolidement appuyé, mais encore parce que ce fluide imprime aux parties roides & élaſtiques du métal, qui forme le corps de l'inſtrument, des vibrations analogues à celles qu'il a reçues lui-même; ce qui fait que pluſieurs rayons ſonores ſont répercutés ou réfléchis d'un paroi à l'autre, & ne ſe raſſemblent qu'après avoir éprouvé un grand nombre de réflexions qui produiſent le même effet, que ſi pluſieurs perſonnes articuloient le même ſon preſque dans le même tems. Lorſqu'on veut ſe faire entendre diſtinctement à une grande diſtance, par le moyen de cet inſtrument, non-ſeulement il faut le diriger vers la perſonne à qui on s'adreſſe, mais on doit prononcer lentement toutes les ſyllabes; ajoutons qu'il ne faut pas trop crier, afin que l'articulation ſoit plus diſtincte: enfin celui qui parle dans cette trompette doit prendre, autant qu'il peut, le ton qu'elle rend quand elle eſt en jeu.

D'après les obſervations faites ſur les meilleurs dimenſions de la trompette parlante, il paroît que plus elle ſera longue, plus les rayons ſonores éprouveront de réflexions en traverſant ſa longueur; & que plus le diamètre de ſon pavillon ſera grand par rapport à ſon diamètre conſidéré à ſon embouchure, plus en même tems l'intenſité du ſon deviendra grande, & par conſéquent

conſéquent plus grande ſera la diſtance à laquelle il ſera propagé. Suivant *Muſchenbroek* (1), un homme qui parle dans un porte-voix de 4 pieds de longueur, peut ſe faire entendre à la diſtance de 500 pas géométriques ou de 2500 pieds; ſi le porte-voix à 16 pieds 8 pouces de longueur, on l'entendra à la diſtance de 1800 pas géométriques, c'eſt-à-dire à 9000 pieds; & on l'entendra au-delà de 2500 pas géométriques, s'il parle dans un porte-voix de 24 pieds de longueur.

L'intenſité du ſon augmente encore à proportion qu'on donne plus d'étendue au pavillon de cet inſtrument; c'eſt la raiſon pour laquelle une longue trompette, qui a un pavillon très-grand, rend des ſons très-bruyans; une autre trompette de même longueur, qui n'auroit point de pavillon, rendroit des ſons incomparablement plus foibles. Cependant les dimenſions que doit avoir le pavillon du porte-voix, reconnoiſſent des bornes; il en eſt à peu-près de même de la longueur qu'on peut donner au corps de cet inſtrument: il ne faut pas meſuſer de l'avantage qui eſt préſenté par cette dimenſion; autrement la multiplicité de réfle-

(1) Cours de Phyſique: tom. III. pag. 233.

xions, que ſubiroient les rayons ſonores, nuiroit à la diſtinction du ſon.

Nous ferons ici une obſervation importante par rapport à la conſtruction du porte-voix, c'eſt que l'uſage de cet inſtrument n'eſt pas ſimplement de faire un plus grand bruit, ni même ſeulement de produire des ſons plus plus forts, mais de tranſmettre parfaitement & diſtinctement les ſons articulés de la voix humaine, auſſi loin que cela peut ſe faire, relativement à la longueur de l'inſtrument & à la grandeur de ſon pavillon; mais pour qu'il en arrivât ainſi, il faudroit que les rayons ſonores, en ſe réfléchiſſant, s'écartâſſent le moins poſſible du paralléliſme ou même qu'ils ſe réfléchiſſent parallélement à l'axe du porte-voix. Or, la figure conique qu'on lui donne communément ne remplit qu'imparfaitement cette condition; il en de même de la forme cylindrique qu'il reçoit quelquefois; cela eſt démontré géométriquement : il eſt également prouvé, que de ces deux figures, la moins déſavantageuſe, toutes choſes d'ailleurs égales, c'eſt la figure conique, parce que les rayons ſonores s'y écartent moins du paralléliſme. MM. *Haſe* & *s'Graveſande* penſent que la forme la plus avantageuſe qu'on puiſſe donner à un porte-voix ſimple, ou dont le corps n'eſt que

d'une ſeule figure, eſt la forme paraboliquе. Il eſt en effet démontré que, dans une trompette parlante qui auroit cette figure, les rayons ſonores ſe réfléchiroient à la rencontre des parois du paraboloïde parallélement à l'axe, pourvu toutefois que le foyer de la parabole ſe trouvât à l'embouchure de l'inſtrument (1).

Mais on peut encore perfectionner le porte-voix en trouvant le moyen d'y condenſer les rayons ſonores & de les diriger avec plus de force vers le but propoſé. Pour cela, M. *Haſe* veut que l'inſtrument ſoit compoſé de deux parties, l'une elliptique & l'autre paraboliquе, & qu'elles aient un foyer commun à leur point de réunion, afin que les rayons ſonores, qui partent de l'embouchure où ſe trouve le premier foyer de l'ellipſoïde, étant réfléchis par ſes parois, ſe croiſent & ſe condenſent dans le foyer commun, pour être réfléchis enſuite parallélement à la rencontre des parois du paraboloïde (2). Les ſections coniques, & principalement l'ellipſe, ont en effet la propriété de propager le ſon.

Une voûte elliptique raſſemble & réfléchit ſi bien les rayons ſonores, qu'une perſonne,

(1) *Maſéas*, Elém. de Géom. pag. 442. cinq. édit.

(2) *Idem. ibid.* pag. 254. cinq. édit.

parlant fort bas à un certain endroit de la voûte, eſt entendue très-diſtinctement par celle qui prête l'oreille à un autre endroit très-éloigné; tandis que d'autres, placées entr'elles, n'entendent rien; c'eſt ce que l'on éprouve dans une piece de l'Obſervatoire de Paris. Le Pere *Kirker* (1) nous apprend que, ſi on creuſe dans dans les deux murs oppoſés d'un ſallon, de façon que ces deux cavités aient une figure parabolique, deux perſonnes qui prêteront l'oreille dans ces cavités, s'entendront, lors même qu'elles parleront très-bas, & qu'outre cela, elles entendront tout ce qu'on dira dans le ſallon.

Tout ce que nous venons de dire du porte-voix, doit s'entendre des *trompettes militaires*, des *cors-de-chaſſe*, ainſi que des *cornets acouſtiques*, employés avec tant d'avantage, par les perſonnes qui ont l'oreille dure; l'augmentation du ſon dans ces ſortes d'inſtrumens, s'explique par les mêmes principes.

Le ſon ſe propage ſucceſſivement dans un tems ſenſible; c'eſt un fait que l'on peut vérifier même à des diſtances médiocres, & que l'on vérifie tous les jours. Lorſque quelqu'un tire un coup de fuſil dans un certain éloigne-

(1) Mag. univerſ. part. II. pag. 143, 145.

ment, d'où il peut être apperçu, l'on voit le feu qui prend au baſſinet bien avant que d'entendre le coup, quoique néanmoins on doive regarder le ſon comme commençant avec l'inflammation de la poudre. Il faut donc que le ſon mette cet intervalle de tems à ſe propager juſqu'aux oreilles du ſpectateur. Que d'une diſtance éloignée, on regarde un Ouvrier frapper avec un marteau ſur un corps ſolide, ou, que du bord d'une riviere à l'autre, on examine établir un pilotis, on verra le marteau de l'Ouvrier remonter en l'air, & le mouton qui ſert à enfoncer le pilotis ſe relever de ſa chute, avant que d'avoir entendu le bruit.

Il n'en eſt pas du ſon comme de la lumiere, dont la propagation ſe fait dans un inſtant très-court, à des diſtances fort grandes. Cette différence a fourni le moyen de déterminer la viteſſe du ſon; car, ſi l'on fait tirer un coup de canon ou une boîte, à une diſtance connue ou que l'on peut meſurer, en prenant l'éclat de la lumiere que l'on apperçoit, comme le ſignal du ſon naiſſant, & en déterminant, par le moyen d'un pendule à ſecondes, le tems qui s'écoulera juſqu'à ce qu'on entende le coup, on aura par ce moyen, outre l'eſpace parcouru par le ſon, le tems qu'il aura mis à le parcourir. Or, il eſt reçu que l'eſpace diviſé

par le tems, donne la vîteſſe ; par conſéquent on connoîtra celle du ſon.

Les Académiciens de Florence paroiſſent avoir été les premiers qui ſe ſoient ſervis d'un ſemblable moyen pour déterminer la vîteſſe du ſon : il réſulte de leurs expériences, que le ſon parcourt 1185 pieds en une ſeconde (1). Cependant *Gaſſendi* avoit évalué la vîteſſe du ſon à 1473 pieds dans une ſeconde ; le Pere *Merſenne* avoit à peu-près trouvé la même choſe ; enfin *Robert Boyle*, qui avoit également fait attention à l'eſpace que le ſon parcourt dans un certain tems, avoit dit qu'il parcouroit 1200 pieds par ſeconde. MM. *Caſſini*, *Huyghens*, *Picard*, *Réaumur*, ayant répété en France les expériences de l'Académie de Florence, autrement dit Del-Cimento, trouverent que le ſon ne parcouroit, en une ſeconde, qu'un eſpace de 1172 pieds (2). MM. *Flamſtéede* & *Halley* firent de ſemblables expériences en Angleterre, & eſtimerent la vîteſſe du ſon encore moins conſidérable ; ils jugerent en effet que l'eſpace qu'il parcourt dans une ſeconde eſt ſeulement de 1142 pieds anglois, ce qui équivaut à 1072 pieds de France, ainſi que M,

(1) Tentam. Flor. pag. 113.

(2) Duhamel, Hiſt. Acad. Reg. lib. II. §. 3. cap. 3.

Caſſini de Thury le reconnut dans le tems. Cet Académicien fit lui-même ces expériences dans un tems calme, & à la diſtance de 14636 toiſes & il trouva que le ſon parcouroit 1038 pieds ou 173 toiſes par ſeconde (1); mais les ayant une autre fois répétées à la diſtance de 22572 toiſes, il trouva alors que l'eſpace parcouru par le ſon, étoit pour une ſeconde 172 toiſes 3 pieds (2). *M. de la Condamine*, répétant ces mêmes expériences en Amérique, auprès de la Cayenne, & à la diſtance de 20250 toiſes, conclut de ſes obſervations, que le ſon parcouroit en cet endroit 1098 pieds ou 183 toiſes dans l'eſpace d'une ſeconde; il trouva auſſi qu'il ne parcouroit que 172 toiſes auprès de la Ville de Quito (3). D'autres Phyſiciens ont encore trouvé des différences dans ces ſortes de réſultats. *Newton* a cru que le ſon parcouroit ſeulement 968 pieds par ſeconde, & *Blanconi* (4) nous aſſure que le ſon emploie 4 ſecondes de plus en hiver qu'en été pour parcourir 13 milles d'Italie; d'où il ſuivroit que la vîteſſe du ſon

(1) Hiſtoire de l'Académie Royale, année 1738.

(2) *Ibid.* année 1739.

(3) Voyage de la Riviere des Amazones. pag. 206. Introduct. Hiſt. pag. 98.

(4) Comm. Bonon. vol. II. pag. 365.

ſeroit plus petite pendant l'hiver que pendant l'été.

La raiſon pour laquelle le ſon ne ſe répand pas toujours avec une égale vîteſſe dans différens lieux de la terre, ou dans le même endroit, ou en différens tems, paroît venir de ce que le reſſort de l'air varie par ſa chaleur, ſa denſité, ſa pureté, l'électricité, le vent : comme toutes ces choſes ſont ſuſceptibles d'un grand nombre de différences, la vîteſſe du ſon doit varier, & peut-être même y a-t-il encore quantité d'autres circonſtances qui concourent à varier l'élaſticité de l'air, & par conſéquent les réſultats des expériences qu'on peut faire ſur la vîteſſe du ſon. Cependant celles que *Derham* a faites à cet égard, dans le même endroit de l'Angleterre, ont toujours eu le même réſultat. « Dans toute ſaiſon quelconque, dit ce célebre Phyſicien, ſoit que le ciel ſoit ſerein, ſoit qu'il ſoit nébuleux, ſoit qu'il neige, ſoit qu'il y ait du brouillard répandu dans l'atmoſphere, ſoit qu'il tonne ou qu'il éclaire, ſoit qu'il regne une grande chaleur ou un grand froid dans l'atmoſphere, pendant le jour ou pendant la nuit, ſoit pendant l'été ou pendant l'hiver, ſoit que la colonne de mercure ſoit fort élevée ou fort baſſe dans le baromètre ; en un mot,

» quelques variations qui ſurviennent à l'atmoſ-
» phère (ſi on excepte les vents), la vîteſſe
» du ſon n'eſt jamais plus grande ou plus petite ;
» mais le ſon, à la vérité, peut-être plus ou
» moins diſtinct ». *Caſſini* prétend auſſi que la vîteſſe du ſon eſt toujours la même en France, pendant le jour ou pendant la nuit, ſoit qu'il ſe propage par un tems ſerein ou par un tems pluvieux (1).

L'intenſité ou la foibleſſe du ſon ne change rien à ſa vîteſſe, quoiqu'un ſon plus fort s'étende plus loin qu'un ſon plus foible. Les Académiciens de Florence furent les premiers qui reconnurent cette vérité. *Derham* l'a confirmée en obſervant que le ſon, produit par un marteau & par un mouſquet, ſe faiſoit entendre dans le même tems à la diſtance d'un mille. *Caſſini* a fait la même choſe (2) ; ſuivant ce célebre Obſervateur, le bruit d'une boîte, chargée d'une demi-livre de poudre, ſe propage auſſi promptement que celui d'un canon, dont la charge ſeroit de ſix livres. M. *de Mairan* aſſure cependant qu'un ſon plus aigu ſe propage avec un peu plus de vîteſſe qu'un ſon plus grave (3).

(1) Hiſtoire de l'Académie des Sciences, année 1738.
(2) *Idem. ibidem.*
(3) *Idem.* année 1737.

Le ſon ſe propage avec une vîteſſe uniforme, c'eſt-à-dire, que dans des tems égaux & pris de ſuite, il parcourt des eſpaces ſemblables; nous devons encore cette obſervation aux Académiciens de Florence; ils jugerent qu'il falloit cinq ſecondes & demie pour que le bruit d'une décharge de canons ſe fît entendre à la diſtance de 3000 coudées, & que ce bruit ſe faiſoit entendre, en un tems, ſous-double, à la moitié de cette diſtance. *Derham* (1) & *Caſſini* (2) ont également confirmé cette vérité, par de nouvelles expériences.

Si nous en croyons *Derham*, le ſon ſe propage avec moins de vîteſſe du ſommet d'une montagne vers ſon pied, qu'il n'eſt tranſmis du pied vers le ſommet de la même montagne; mais les obſervations de *Caſſini* (3), & celles que les Phyſiciens Eſpagnols & François ont faites au Pérou (4), ne s'accordent point avec ce ſentiment; elles prouvent au contraire que le ſon ſe répand en tout ſens, avec la même vîteſſe, autour du point où il eſt excité.

Suivant *Gaſſendi* & les Académiciens de Flo-

(1) Tranſact. Philoſoph. n°. 313.
(2) Hiſt. de l'Acad. Roy. ann. 1738 & 1739.
(3) *Idem. ibidem.*
(4) *Dom George Juan*, Obſerv. Aſtronom. pag. 119.

rence, le vent n'apporte aucun changement à la vîteſſe du ſon ; mais les obſervations de *Derham* & de *Caſſini* (1), font voir que ſi le vent ſouffle dans la direction même du ſon, il en accélere la vîteſſe d'une quantité égale à la ſienne propre ; & qu'il la retarde au contraire d'une quantité ſemblable, lorſqu'il ſouffle dans une direction diamétralement oppoſée à celle du ſon. Enfin, ſuivant ces mêmes obſervations, il faudroit que le vent ſoufflât dans une direction perpendiculaire à celle du ſon pour qu'il ne contribuât en rien à accélérer & à retarder la vîteſſe de ce dernier.

Le ſon ſe propage auſſi beaucoup plus loin, ſi le vent eſt favorable ; car alors on entend le ſon de certaines cloches aſſez éloignées, & l'on ceſſe de les entendre lorſque le vent eſt contraire. On rapporte qu'un homme digne de foi, étant à Gibraltar, avoit entendu donner le mot du gué au nouveau Gibraltar, qui eſt éloigné de l'autre de trois lieues & demie : on a auſſi écrit qu'on a entendu pluſieurs fois, à différens ſiéges, le bruit d'un coup de canon à plus de ſoixante lieues.

La connoiſſance de la vîteſſe avec laquelle le ſon ſe propage à une diſtance donnée, peut

(1) Hiſtoire de l'Académie Royale, année 1711.

être utile à celui qui aſſiége une Ville ; car, en conſidérant le moment où la lumiere d'un canon, placé ſur le rempart, ſe fait appercevoir, & l'inſtant auquel on entend le bruit de la décharge, & meſurant exactement cet intervalle de tems, on peut déterminer avec aſſez de préciſion, la diſtance à laquelle on eſt des murs, lorſqu'on entre dans la tranchée ou qu'on commence à l'ouvrir. De même ſur mer, en ſaiſiſſant le moment où la lumiere d'un canon ſe fait appercevoir, & meſurant exactement le tems qui ſepare ce moment de celui où l'on entend le coup de canon, on peut déterminer aſſez juſte la diſtance qu'il y a entre deux vaiſſeaux. Le même moyen peut encore ſervir dans un tems couvert, pour empêcher les Navigateurs d'échouer contre les côtes ; Il faut y faire tirer de tems en tems quelques boîtes ou quelques coups de canon, dont la lumiere active & perçante indiquera l'endroit que l'on doit aborder ou éviter ; le bruit qui ſuccédera fera connoître à des Pilotes attentifs, combien ils en ſont éloignés. La connoiſſance de la viteſſe du ſon intéreſſe également les Géographes ; elle leur eſt utile pour marquer ſur les cartes, les diſtances des différens lieux ſéparés les uns des autres par des montagnes inacceſſibles, qui empêchent qu'on puiſſe les meſu-

ter exactement. Cette connoiſſance peut même contribuer à notre ſécurité relativement au tonnerre, en ce qu'elle nous apprend à juger de la diſtance de la nuée qui porte la foudre, par l'intervalle de tems entre l'éclair & le roulement, & conſéquemment nous fait connoître ſi nous ſommes en ſûreté ou non dans l'endroit d'où nous entendons la foudre gronder.

On pourroit auſſi, par la vîteſſe du ſon, connoître celle du vent, qui l'augmente en certaines circonſtances; car, ôtant de la vîteſſe ainſi augmentée, la vîteſſe moyenne du ſon, qui eſt de 173 toiſes par ſecondes de tems, le reſte de la ſouſtraction donnera la vîteſſe propre de ce vent. Si le vent qui ſouffle eſt contraire à la propagation du ſon, il y a encore un moyen de déterminer ſa vîteſſe, c'eſt de prendre la différence ordinaire du ſon, qui eſt de 173 toiſes par ſeconde, à ſa vîteſſe actuelle; cette différence, en quoi conſiſte le retardement apporté à ſa propagation, ſera préciſément la vîteſſe du vent.

Lorſque le ſon rencontre des ſurfaces polies & impénétrables, ſa direction change, il eſt renvoyé par ces ſurfaces, qui deviennent autant de corps ſonores qui le réfléchiſſent & augmentent ſa force, en ſuivant la loi que la Nature impoſe à tout corps réfléchiſſant, qui eſt de

faire ſon angle de réflexion égal à celui de ſon incidence.

De cette loi, réſulte pluſieurs phénomènes. La voix, par exemple, eſt beaucoup plus ſonore dans un appartement non-meublé ou dans un lieu voûté & enfermé de tous côtés, qu'elle ne l'eſt dans les rues d'une Ville ou en raſe-campagne, & en général en plein air, où le ſon ſe perd dans un grand eſpace; au lieu que, dans les autres circonſtances, l'oreille reçoit le ſon direct & le ſon réfléchi des murs, du plancher, du plafond ou de la voûte; c'eſt par la même raiſon qu'un Orateur ſe fait mieux entendre, lorſque ſes Auditeurs ſont en petit nombre que lorſqu'ils ſont en grand nombre. Dans le premier cas, le mouvement de l'air, excité par ſa voix, eſt réfléchi de toutes parts, quoique d'ailleurs l'endroit ſoit très-vaſte. Dans le ſecond cas, au contraire, la voix de celui qui prononce le diſcours, ſe perd dans les habillemens, la friſure, & les autres ſubſtances molles que préſentent les Auditeurs: il y a plus; la tranſpiration & les autres exhalaiſons qui proviennent de ces perſonnes & qui ſe répandent dans l'air environnant, affoibliſſent le reſſort de ce fluide, & par conſéquent le ſon qui s'y propage. Dans un concert, on

entend diſtinctement le ſon des voix & des inſtrumens, ſi la ſalle eſt boiſée & ſi l'aſſemblée eſt peu nombreuſe, parce que le ſon réfléchi ſe joint encore ici au ſon direct, & que les vibrations de l'air ſont plus répétées; cela n'arriveroit pas ſi le lieu de l'aſſemblée étoit tapiſſé d'étoffe de laine & fort épaiſſe, & ſi les Auditeurs étoient en grand nombre, par la raiſon que tout corps mou, loin de réfléchir le ſon, l'amortit au contraire, ainſi que *Muſchenbroek* l'a démontré (1). Dans un appartement, dont la fenêtre eſt ouverte, nous entendons quelquefois mieux ce que l'on dit au dehors que ſi nous mettions la tête à la fenêtre, parce qu'alors notre oreille ne recevroit que le ſon direct; tandis qu'outre celui-ci, elle reçoit, dans le premier cas, le ſon réfléchi par la ſurface de l'appartement.

L'eau même, lorſqu'elle eſt tranquille, peut quelquefois porter, d'un bord à l'autre d'une riviere, la voix de perſonnes qui parleroient aſſez bas.

La réflexion du ſon produit encore un autre phénomène qui n'eſt pas moins curieux qu'amuſant; c'eſt l'écho que l'on prend plaiſir à faire parler, & dont la voix toujours ſurprenante

(1) *Muſchenbroek*, Cours de Phyſique. t. III. p. 232.

a été tant célébrée par les Poëtes : en effet, l'écho n'eſt autre choſe que la reproduction diſtincte ou la répétition d'un ſon & quelquefois de pluſieurs ſons, dont la réflexion ſe fait de loin à la rencontre de certains corps.

Pour entendre l'écho, il faut être dans la ligne de réflexion du ſon & à une certaine diſtance de l'obſtacle qui le réfléchit, ſi l'on ſe trouve à une trop grande proximité, on ne peut point diſtinguer le ſon réfléchi du ſon direct, parce qu'ils ſe confondent ou font en même tems leur impreſſion ſur l'oreille ; ſi l'on eſt trop éloigné, le ſon réfléchi eſt trop foible, ou ſon impreſſion eſt peu diſtincte ; il faut donc être placé à une diſtance où l'on puiſſe recevoir l'impreſſion du ſon direct & du ſon réfléchi, à peu-près dans toute leur force.

Si l'Obſervateur eſt très-proche du corps ſonore, & que l'obſtacle réfléchiſſant s'en trouve éloignée d'environ 535 pieds, il y aura environ une ſeconde d'intervalle entre la perception du ſon direct & celle du ſon réfléchi, puiſque l'un aura 535 pieds à parcourir pour parvenir à l'obſtacle, & l'autre à peu-près le même eſpace pour arriver à l'oreille de l'Obſervateur ; par conſéquent tous les mots que quelqu'un prononceroit pendant l'intervalle

d'une

d'une ſeconde, ſeroient rendus par l'écho, lorſque cette perſonne ceſſeroit de parler. Il y a des échos qui ne rendent qu'une ſyllabe, & qu'on appelle par cette raiſon *monoſyllabes*; tandis qu'on nomme *polyſyllabes* ceux qui répétent pluſieurs ſyllabes, ce qui dépend de la diſtance de l'obſtacle qui réfléchit le ſon relativement au corps ſonore & à l'Obſervateur.

Pluſieurs Phyſiciens célèbres ont prétendu calculer la diſtance qui convient à chaque eſpece d'écho, en comparant l'eſpace que le ſon parcourt en une ſeconde, & le nombre de ſons différens que l'oreille de l'homme peut diſtinguer dans le même eſpace de tems; mais ils ne s'accordent pas entr'eux; car le Pere *Merſenne* demande 69 pieds de diſtance entre l'obſtacle & le corps ſonore, pour que l'écho ſoit monoſyllabe; tandis que, pour le même écho, *Morton* exige 90 pieds anglois de diſtance entre l'obſtacle & le corps ſonore. Suivant ce Phyſicien, il faut 105 pieds de diſtance pour un écho de deux ſyllabes, 160 pieds pour un écho de trois ſyllabes, 182 pieds pour un de quatre ſyllabes, & 204 pieds pour un écho de cinq ſyllabes.

La Nature & la poſition des lieux, la diſtance qui ſe trouve entre les corps réfléchiſſans, & même l'état actuel de l'air, peuvent donner

différens échos remarquables, quoique très-variés entr'eux.

S'il y avoit des obſtacles réfléchiſſans placés à différentes diſtances d'une perſonne qui parleroit, & qu'ils fuſſent diſpoſés de maniere que les plus éloignés fuſſent plus hauts que les plus proches, ou qu'il y eut ſeulement deux obſtacles élevés parallélement l'un à l'autre, & diſpoſés de façon à réfléchir le ſon vers le même endroit, on entendroit alors différentes répétitions ſucceſſives du même ſon articulé; mais comme la voix paroît ordinairement plus foible & moins claire, lorſqu'elle vient d'un endroit plus éloigné, la répétition qui viendroit de l'obſtacle le plus voiſin, ſeroit très-claire; les autres deviendroient de plus baſſes en plus baſſes, en ſorte que ſi on prononçoit l'exclamation, *ah*! les échos répéteroient cette ſyllabe, dont le ſon s'affoibliroit de plus en plus; ce qui repréſenteroit aſſez bien les gémiſſemens d'un moribon.

De même qu'il peut ſe trouver des échos qui rendent la voix plaintive & à peu-près ſemblable à celle d'une perſonne ſouffrante, il eſt également poſſible qu'il y ait des échos qui rendent la voix avec un ris moqueur. Ceux-ci ſeront formés, comme les précédens, par différens obſtacles diverſement éloignés;

&c ; s'il eſt encore vrai qu'il y ait des échos qui rendent la voix tremblante, cet effet peut provenir des feuilles des arbres qui ſont dans un continuel mouvement ; de même que le ſon du jeu des orgues, qu'on appelle tremblant, eſt produit par le moyen d'une ſoupape appliquée ſur un tuyau coupé de biais ou en talus. On en ſera certain ſi, pendant l'hiver, où les arbres ſont dénués de feuilles, l'écho ceſſe d'être tremblant. Si un obſtacle a une figure concave, propre à réfléchir un grand nombre de rayons ſonores vers le même endroit, à peu-près comme un miroir ardent renvoie les rayons de lumiere qui qui tombent ſur ſa ſurface, l'écho qui en réſultera criera plus haut qu'on n'aura parlé.

L'écho de la Roche-Pot, ſur la route de la Diligence de Paris à Lyon, paſſe pour répéter diſtinctement 14 ſyllabes. Le Pere *Merſenne* (1) parle d'un écho qui étoit proche Ormeſſon, & qui répétoit 14 ſyllabes pendant le jour & 17 pendant la nuit ; apparemment parce que l'air, plus tranquille pendant la nuit que pendant le jour, eſt auſſi plus propre à tranſmettre les vibrations qu'il reçoit. C'eſt ſans doute auſſi, pour la même raiſon, que l'écho de

(1) *Merſenne*, Harm. univerſ. liv. III. pag. 214.

Woſtock (1) répete diſtinctement 17 ſyllabes pendant le jour & 20 pendant la nuit. Dans la Province de Suſſex, on en trouve un qui répete 21 ſyllabes. *Kirker*, *Schot* & *Miſſon*, font mention d'un écho du même genre, qui étoit autrefois dans le Château de Simonnette ; il y avoit une fenêtre, d'où celui qui parloit entendoit ſes paroles 40 fois de ſuite.

Les Hiſtoriens nous ont conſervé la mémoire de pluſieurs autres échos, à la vérité moins remarquables que le précédent. Celui qu'on obſervoit au ſépulcre de *Metalla*, femme de *Craſſus*, répétoit 5 fois les ſons articulés de la voix humaine. Une tour, à Cyzique, les répétoit juſqu'à 7 fois. Il y avoit : ſur le bord du Rhin, à peu de diſtance de Coblentz, un autre écho qui répétoit 17 fois le même mot. « *Bartius* dit, en parlant de » cet écho, que ſi une perſonne chante, on » ne l'entend preſque point ; mais que l'on » entend très-bien la répétition de ſa voix, » & toujours avec des variations ſurprenantes. » L'écho, ajoute-t-il, ſemble tantôt s'appro» cher, tantôt s'éloigner ; ſi pluſieurs perſon» nes écoutent, l'une entend l'écho à droite, » une autre à gauche, &c. »

(1) *Rob. Plot.* Hiſtoire naturelle de la Province d'Oxfort en Angleterre.

On lit encore la deſcription d'un écho fort ſingulier, dans les Mémoires de l'Académie des Sciences, année 1692 ; cet écho étoit ſitué à 6 ou 700 pas de l'Abbaye de Saint George, près la Ville de Rouen, dans la cour d'une maiſon de Plaiſance, que l'on appeloit *Genetai* ; il avoit cela de particulier, que la perſonne qui chantoit n'entendoit point la répétition de l'écho, mais ſeulement ſa voix ; tandis que ceux qui écoutoient n'entendoient que l'écho & avec des variations ſurprenantes ; car il ſembloit tantôt s'approcher & tantôt s'éloigner. D'autres fois, ajoute l'Hiſtorien de l'Académie, on entendoit très-diſtinctement la voix, & d'autres fois on ne l'entendoit que foiblement. Enfin, ſelon les différentes poſitions reſpectives de celui qui chantoit & de ceux qui l'écoutoient, on entendoit l'écho d'une maniere différente.

Dans l'Hiſtoire de la même Académie pour l'année 1710, on trouve encore la deſcription d'un écho qu'on obſervoit alors à 3 lieues de Verdun ; il étoit formé par deux groſſes tours détachées d'un corps-de-logis, & éloignées l'une de l'autre de 56 toiſes ; l'une avoit un appartement bas de pierre, détaché & voûté ; l'autre n'avoit que ſon veſtibule qui fut voûté. Chacune de ces tours avoit ſon eſcalier ; lorſ-

qu'une perſonne, placée ſur la ligne qui joignoit ces deux édifices, prononçoit un mot d'une voix un peu haute, elle entendoit l'écho répéter le même mot 12 ou 13 fois, par intervalles égaux, mais toujours plus foiblement. Si cette perſonne parloit à une certaine diſtance de cette ligne, elle n'entendoit plus l'écho. Enfin ſi elle parloit ſur la ligne qui joignoit l'une des deux tours au corps-de-logis, ſa voix n'étoit répétée qu'une ſeule fois, parce qu'il n'y avoit plus qu'un ſeul écho par rapport à cette perſonne; tandis que, dans le premier cas, les deux tours ſe renvoyoient le ſon alternativement : de même que deux miroirs qui ſe regardent multiplient l'image d'une bougie placée entr'eux.

Voilà ce que l'Hiſtoire & les Ouvrages des Phyſiciens nous offrent de plus frappant & de plus vraiſemblable, relativement à l'écho & aux variations ſingulieres qu'on obſerve dans ce jeu de la Nature. Or, quoiqu'il paroiſſe aſſez facile, dit M. de *la Fond* (1), de rendre raiſon de ces ſortes de phénomènes, connoiſſant la poſition des lieux & en ſuivant les loix générales de la réflexion des rayons ſonores; il eſt cependant encore des difficultés qui paroiſſent inſolubles

(1) Diction. de Phyſique, tom. II. pag. 113.

aux plus célebres Phyſiciens. Il eſt nombre d'endroits, ajoute-t-il, qui, conformément à la théorie la mieux entendue, paroîtroient devoir produire des échos, & n'en produiſent cependant point; il en eſt d'autres qui en produiſent, & de la production deſquels on ne peut rendre une raiſon ſatisfaiſante. Quoiqu'il en ſoit, tout ce qui peut réfléchir le ſon, & le reporter vers l'endroit d'où il eſt parti, doit être regardé comme une cauſe propre à produire un écho. Par conſéquent les murailles, les vieux remparts des Villes, les édifices, les bois épais, les rochers, les montagnes, les cavernes, les hauteurs ſituées de l'autre côté d'une riviere, les champs couverts de certaines plantes qui montent fort haut, les nuées mêmes, peuvent produire des échos. De-là viennent ces terribles coups de tonnerre, dont les éclats répétés retentiſſent avec tant de bruit: on peut aiſément confirmer cette vérité; car, ſi on tire le canon lorſque le tems eſt ſerein, on n'entend ordinairement qu'un ſeul coup; mais ſi on le tire lorſque le ciel eſt couvert de nuages, le coup ſe fait alors entendre pluſieurs fois.

Les obſervations font voir qu'il y a des échos de mer comme des échos de terre. Des coups de fuſils, tirés ſur des oiſeaux de

mer, ont été répétés par de groſſes vagues placées ſous le vent du vaiſſeau d'où partoit le coup. Des paroles, fortement prononcées dans un porte-voix, ont été répétées très-diſtinctement par le côté convexe des voiles de pluſieurs vaiſſeaux, qui paſſoient au vent du vaiſſeau d'où venoit la voix. Il faut du vent pour produire des échos en pleine-mer ; car, lorſque le vent ne ſouffle pas, la mer eſt calme ou peu agitée ; & les voiles des vaiſſeaux n'étant pas enflées, ne peuvent réfléchir le ſon, ni par conſéquent occaſionner des échos marins.

CHAPITRE VI.

De l'Air, conſidéré par rapport à la production & à l'entretien du feu.

Le ſimple choc & la colliſion ſuffiſent, comme tout le monde ſait, pour produire le feu ; lorſqu'on frappe un caillou par l'acier, l'action étant d'autant plus conſidérable, qu'elle eſt portée ſur moins de points, elle occaſionne une chaleur capable de fondre un globule d'acier qui ſe détache & enflamme les corps combuſtibles, c'eſt-à-dire ceux qui ſont de nature à recevoir & entretenir l'ignition. Or, ce double

phénomène ne peut jamais avoir lieu ſans le concours de l'air : c'eſt ce qu'on reconnoît ſur-tout dans la machine du vide. Par le moyen d'un rouage qui fait tourner rapidement deux arcs d'acier qui frappent, par leurs révolutions contre une pierre à fuſil, on tire d'abord des étincelles aſſez vives ; mais à meſure qu'on pompe l'air du récipient, dans lequel cette batterie eſt renfermée, les étincelles ſont moins vives & en moindre quantité ; & quand on a pompé l'air du récipient autant qu'il eſt poſſible, les étincelles, qui ſont très-rares, paroiſſent d'un rouge très-foncé, ſouvent même il ne s'en produit plus.

La néceſſité abſolue de l'air dans la combuſtion, ſe fait reconnoître plus aiſément lorſqu'on met une chandelle allumée ſous le récipient. La flamme de cette chandelle eſt d'abord longue ; mais, dès qu'on commence à pomper l'air, elle ſe raccourcit de plus en plus, juſqu'à ce qu'elle ne forme plus qu'un petit globe, qui s'éteint & diſparoît d'autant plus vîte qu'on raréfie l'air plus promptement : un charbon ardent noircit & s'éteint dans les mêmes circonſtances. Cependant l'acide nitreux fumant, étant verſé ſur l'huile eſſentielle de térébenthine, l'enflamme dans le vide, & cette huile ainſi enflammée, briſe & met tout

en pieces ; la poudre à canon y prend également feu. Si on chauffe juſqu'à un certain point le phoſphore artificiel renfermé dans le vide, il s'enflammera de même & ſe conſumera ; mais ſi ces ſubſtances, & quelques autres encore, ſemblent faire exception à la loi générale que nous voulons établir, c'eſt qu'elles contiennent l'air néceſſaire à leur combuſtion, ainſi que nous le verrons dans la ſuite.

Les corps brûlans, & dans le mouvement igné, s'éteignent, quoiqu'on les plonge dans des liqueurs inflammables, ſoit que ces liqueurs brûlent elles-mêmes ou qu'elles ne brûlent point. Si l'on plonge dans de l'eſprit-de-vin enflammé ou dans de l'huile, un charbon ardent, & qu'on le retire enſuite de ces liqueurs, on remarque qu'il eſt éteint, comme ſi on l'eût plongée dans l'eau ; cet effet vient de ce que ces liqueurs s'appliquent très-immédiatement à la ſurface du charbon, & qu'elles lui interceptent toute communication avec l'air.

La préſence de l'air eſt non-ſeulement d'une néceſſité abſolue dans la combuſtion, mais il faut encore que ce fluide ait ſans ceſſe un libre accès auprès de la ſubſtance combuſtible, dans laquelle on a deſſein de développer ou d'entretenir le mouvement d'ignition ; car, ſi l'air eſt ſtagnant & non-renouvelé, la combuſtion

n'aura point lieu ; ou ne ſe fera qu'en raiſon de la quantité d'air qui environnera la matiere combuſtible, ou de celle qu'elle contiendra en elle-même. Le charbon bien allumé, qu'on enferme dans un étouffoir pour l'éteindre, eſt un exemple qui prouve cette propoſition.

Voici des preuves plus directes. Si on met des charbons noirs bien ſecs dans un creuſet exactement fermé, & qu'on les expoſe enſuite pendant pluſieurs heures à l'action du plus grand feu, on retrouvera ces charbons tels qu'ils étoient avant l'opération, c'eſt-à-dire que, malgré la violence & la continuité du feu, ils n'auront rien perdu de leurs poids, & qu'ils n'auront ſouffert aucune combuſtion.

M. *Darcet* a cependant trouvé le charbon réduit en cendres dans une boule de porcelaine, fermée hermétiquement, qu'il avoit expoſée à un feu violent; mais, ſuivant M. *Macquer*, autre Chimiſte très-célebre, l'air peut très-bien s'introduire dans une boule de cette eſpece par de petites gerſures qui s'y forment lorſqu'elle ſubit toute l'activité du feu, & qui ſe ferment lors de ſon refroidiſſement. Par conſéquent l'expérience de M. *Darcet* ne nous empêche point d'établir pour regle générale, que le concours de l'air eſt indiſpenſablement néceſſaire pour entretenir la combuſtion des

corps. L'expérience ſuivante vient encore à l'appui de cette vérité.

Si l'on renferme ſous une cloche de verre, poſée ſur des cuirs mouillés, un bout de chandelle allumée, qui ait un lumignon aſſez long, la lumiere brûle d'abord très-bien ; elle quitte inſenſiblement la mêche, chemine juſque vers ſon extrémité, & finit par la quitter & s'éteindre ; il s'échappe auſſi-tôt du lumignon, qui reſte encore embrâſé, une fumée qui s'éleve perpendiculairement : enfin la cloche adhere ſenſiblement à ſon ſupport. Si on répete l'expérience, en tenant le bord inférieur de la cloche plongé dans l'eau, la lumiere ne ſubſiſte encore ici que pendant un tems très-court, qui paroît, comme dans le premier cas, en proportion de la grandeur du récipient ; & on voit l'eau monter, au moment de l'extinction, pour remplir le vide qui s'eſt formé ſous la cloche.

Il eſt donc très-certain que la combuſtion n'a point lieu ſans le concours de l'air, & que, pour l'entretenir, il faut donner un libre cours à ce fluide, puiſqu'il eſt prouvé démonſtrativement qu'un volume donné d'air ne peut entretenir, que pendant un tems limité, la déflagration d'une certaine quantité de matiere combuſtible.

Cette néceſſité abſolue de l'air, dans la combuſtion, a été interprétée de pluſieurs manieres par les Phyſiciens qui s'en ſont occupés. *Boerhaave* croyoit que c'étoit en s'appliquant à la ſurface des corps combuſtibles, que l'air favoriſeroit la déſunion de leurs principes. On conçoit, dans cette hypothèſe, pourquoi le feu eſt plus actif dans un air plus denſe que dans un air plus rare; pourquoi, par exemple le feu de nos foyers brûle mieux en hiver & par un tems de gelée que par un tems humide ou pendant les grandes chaleurs de l'été: mais dire, avec *Boerhaave*, que l'air, par ſa peſanteur & par ſon reſſort, tient continuellement la flamme appliquée ſur le corps combuſtible, & que plus il eſt denſe, plus il augmente le contact; ce n'eſt aſſurément pas expliquer pourquoi le même air ne peut pas toujours ſervir à la combuſtion. Auſſi pluſieurs Phyſiciens ont mieux aimé s'en tenir à l'opinion des Anciens qui croyoient que le feu conſommoit l'air comme ſon aliment; cependant M. de *Morveau* a donné, il y quelques années, ſur les phénomènes de l'air, un Mémoire rempli de très-belles expériences (1), qui militent en faveur de l'action mécanique de l'air

(1) Mémoires de l'Académie de Dijon. tom. I.

dans la combuſtion. Nous ne parlerons ici que de celles qui ont rapport à l'extinction de la lumiere d'une bougie ou de tout autre corps que l'on fait brûler ſous un récipient plein d'air. Voici à peu-près comment M. de *Morveau* rend raiſon de ce phénomène.

La bougie brûle d'abord, parce qu'elle eſt placée dans une maſſe d'air priſe dans ſon état naturel ; mais elle ne tarde pas à s'éteindre, parce que la chaleur de la flamme raréfie l'air : une partie s'eſt échappée par les bords de la cloche ; ce dont on peut s'aſſurer en mettant autour de ſes bords du ſable ou de la pouſſiere, qui eſt repouſſée par l'air intérieur qui ſe dilate. L'élaſticité de cet air eſt tellement augmentée, qu'elle comprime la flamme & l'oblige de s'éteindre.

Si l'extinction de la lumiere eſt dûe à l'air abſorbé par la flamme, comme on l'avoit toujours penſé, il devroit s'enſuivre, dit M. *de Morveau*, qu'en introduiſant ſous la cloche, une quantité d'air égale à celle qu'on préſume avoir été abſorbée, la lumiere ne devroit pas s'éteindre ; cependant il arrive le contraire. M. *de Morveau*, dans une ſemblable expérience, a fait entrer de l'air ſous la cloche, en remontant le piſton de la machine pneumatique, avec les précautions néceſſaires

pour que cet air ne produisît aucune agitation à la flamme ; la lumiere s'eſt éteinte plus promptement, comme l'avoit prévu cet habile Phyſicien, parce qu'alors il ſe trouve ſous le récipient une plus grande quantité d'air, dont l'élaſticité augmente à proportion, qui comprime la flamme davantage & ne lui permet pas de ſubſiſter auſſi long-tems.

M. de *Morveau* ne s'eſt pas contenté de ces expériences ; il en a fait d'autres qui ſont très-propres à confirmer ſa théorie ; il a pris un bocal de verre, dont la moitié avoit cinq pouces de diametre, & l'autre deux pouces ; c'eſt par ce dernier côté qu'étoit l'ouverture. Il a ſuſpendu ce bocal, l'ouverture en bas à deux pouces au-deſſus de ſon ſupport, de maniere que l'intérieur avoit une libre communication avec l'air extérieur : il a introduit, au milieu de la hauteur de ce bocal, une bougie allumée, qui s'eſt éteinte auſſi promptement que ſi l'ouverture eût été exactement fermée. Suivant M. de *Morveau*, l'air raréfié dans la partie ſupérieure, comprimoit la flamme, comme dans l'expérience précédente. Cet air ne pouvoit pas diminuer d'élaſticité, parce que la partie ſupérieure ne lui offroit pas d'iſſue, comme cela auroit été néceſſaire pour l'entretien de la flamme. D'un autre côté, l'air extérieur faiſoit équilibre à

celui renfermé dans le vaſe, & le retenoit dans cet état d'élaſticité & de raréfaction.

M. *de Morveau* a enſuite répété cette expérience avec le même bocal, mais en tenant l'ouverture en haut; il s'eſt aſſuré qu'en quelque endroit qu'on plaçât la lumiere, elle ne s'éteignoit pas, même en mettant une glace à un pouce de diſtance au-deſſus de l'ouverture du vaſe, parce qu'à meſure que l'air ſe raréfioit par la chaleur, il s'échappoit & il en rentroit d'autre le long des parois du vaſe, qui entretenoit la flamme.

C'eſt par des expériences auſſi ingénieuſes & en même tems auſſi concluantes que celles dont nous venons de parler, que M. de *Morveau* a démontré en général que l'air agit par ſa peſanteur & ſon reſſort dans la combuſtion; mais, comme l'a dit depuis ce célebre Chimiſte, on a enfin démontré ce qu'on avoit long-tems ſuppoſé ſans preuve. Il réſulte, comme nous le verrons, des découvertes modernes, que ce n'eſt pas ſeulement l'action mécanique de l'air qui eſt néceſſaire à la combuſtion & à la calcination; qu'une partie de ce fluide ſe fixe réellement dans les corps ſoumis à ces opérations; que tout l'air commun n'eſt pas diſpoſé à entrer dans cette combinaiſon; & que quand il eſt épuiſé de la portion

portion qui en eſt ſuſceptible, il devient incapable de ſervir, ſoit à l'ignition, ſoit à la calcination, ſoit à la reſpiration des animaux.

CHAPITRE VII.

De l'action de l'Air dans les Machines.

AVEC la connoiſſance que nous avons de la peſanteur & du reſſort de l'air, il nous ſera facile de ſaiſir les applications qu'on en a faites, en différens tems, dans pluſieurs machines utiles & agréables. Nous commencerons par la ſtatue de *Memnon*, qui, ſi l'on en croit *Pline*, *Philoſtrate*, *Strabon*, &c. chantoit au lever du ſoleil.

Les Egyptiens, pour perpétuer la mémoire de *Memnon*, avoient érigé, en ſon honneur, dans le Temple du Dieu *Apis*, ſur les bords du fleuve Bélus, une ſtatue qui avoit cette propriété, qu'étant éclairée & frappée par les rayons du ſoleil, elle rendoit un ſon auſſi mélodieux que celui d'une lyre ou d'une guitare, au lieu que le ſoir elle en rendoit un lugubre, ce qui pouvoit être un effet très-naturel de la dilatation & de la condenſation de l'air. Le Pere *Kirker*, à qui les ſciences ont

beaucoup d'obligation, a pénétré cette eſpece de myſtere, en faiſant voir qu'une ſtatue creuſe & de métal pouvoit renfermer un volume d'air, que les rayons du ſoleil levant échaufferoient & dilateroient. Si on met, dans la bouche de la ſtatue, une hanche de hautbois ou de muſette, & que l'air n'ait pas d'autre iſſue, on entendra des ſons variés, tels ſans doute qu'étoient ceux de la ſtatue de *Mémnon* : le ſon que la ſtatue rend le matin, doit être différent de celui qu'elle rend le ſoir. Le matin, à meſure que le ſoleil échauffe la ſtatue, l'air en ſortant rend un ſon clair ; le ſoir, lorſque le ſoleil ſe retire & que la ſtatue ſe réfroidit, l'air en rentrant fait un bruit ſourd dans l'intérieur. En un mot, l'effet étant extérieur le matin & intérieur le ſoir, la variété des ſons ſe trouve naturellement expliquée.

« L'Hiſtoire nous apprend encore (1) que, » parmi les différentes pieces curieuſes dont » les Egyptiens ornoient leurs Temples, on » diſtinguoit ſur-tout une grande mere des » Dieux, placée ſur un autel, laquelle avoit » de groſſes mamelles, qui donnoient du lait

(1) *Savérien*, Hiſtoire du progrès dans les Sciences naturelles.

» lorſqu'on allumoit de groſſes chandelles qu'on » avoit miſes à ſes côtés. Le Peuple croyoit » que c'étoit-là un miracle ; & les Prêtres de » ce tems-là trouvoient leur intérêt à les » laiſſer dans cette perſuaſion ; la dilatation » de l'air étoit encore l'agent de cette ma- » chine ».

» Une ſtatue de femme étoit élevée au mi- » lieu d'un baſſin, ſur le bord duquel s'éle- » voient quatre colonnes, qui ſoutenoient une » eſpece de dais de métal, dont la forme » étoit celle d'une hémiſphère ; on attachoit » avec des bras de groſſes chandelles aux co- » lonnes, qu'on allumoit lorſqu'on vouloit » avoir du lait de cette ſtatue : la chaleur ra- » réfioit l'air qui étoit dans l'hémiſphère ; & » cet air raréfié deſcendoit dans le baſſin, ſur » lequel repoſoit la ſtatue où l'on avoit mis » du lait ; il preſſoit ainſi ce lait, & l'obli- » geoit à monter par différens tuyaux qui » aboutiſſoient à ſes mamelles, & à en ſortir ».

Les Phyſiciens ont ſimplifié cette invention & en ont fait une fontaine plus agréable que celle des Anciens. Voyez le ſecond volume de la *Deſcription & Uſage d'un Cabinet de Phyſique*, par mon oncle, M. *de la Fond* ; ou autrement, prenez une bouteille ſphérique de verre, dont le col ſoit très-court ; rempliſſez-

la d'eau aux deux tiers environ de ſa capacité ; fermez ce matras avec un bouchon de liége, à travers lequel vous aurez fait paſſer un tube de verre très-étroit, ouvert à ſes extrémités & ſuffiſamment long pour deſcendre dans le matras, à une ligne près de ſon fond, & excéder le bouchon d'environ un pouce ; appliquez enſuite du maſtic aux endroits par où l'air renfermé dans le matras pourroit s'échapper ; cela fait, plongez le ventre du matras dans une maſſe d'eau bouillante ; la chaleur de celle-ci dilatera l'air renfermé dans le matras, & l'eau cédant à ſon action, en ſortira par le tube & jaillira à un pied & plus de hauteur ; le jet décroîtra enſuite à proportion que l'air dilaté occupera plus d'eſpace dans le matras.

Le célebre Mathématicien *Hyéron* avoit imaginé une fontaine qui agiſſoit par la compreſſion de l'air ; on en trouvera la deſcription dans le *Dictionnaire univerſel de Mathématiques & de Phyſique*, tom. I. art. *Fontaine*, où il eſt encore parlé d'une autre fontaine qui donne trois liqueurs différentes, & qui n'eſt qu'une modification de celle d'*Hyéron*, pour laquelle on peut encore conſulter le ſecond volume de la *Deſcription & Uſage d'un Cabinet de Phyſique*, ſi l'on eſt curieux de connoître les changemens qu'on y a faits.

De toutes les machines, dans leſquelles l'action de l'air eſt employée, la plus ſimple eſt ſans contredit la *Pompe des Celliers*; c'eſt un tuyau de verre ou de métal, qui eſt ouvert à ſes extrémités & renflé dans ſon milieu : cet inſtrument tire ſon nom de ſon uſage; il ſert à puiſer du vin dans un tonneau, ou tout autre vaiſſeau, ſans troubler la liqueur. Pour cela, on le plonge preſqu'entiérement dans la maſſe de liqueur, ayant attention de laiſſer les deux extrémités du tube ouvertes; la liqueur entre en poſſeſſion de la capacité qu'on lui préſente, & elle en chaſſe l'air à proportion. Le vaiſſeau eſt-il plein de liqueur? pour la tranſporter ſans craindre qu'elle ſe répande, il faut fermer, avec le doigt, l'orifice ſupérieur du tube; ſi on veut enſuite que la liqueur coule & tombe dans un vaiſſeau deſtiné à la recevoir, il ne s'agit que de déboucher l'orifice ſupérieur du tube, en ôtant ſon doigt.

Il n'eſt point ſurprenant qu'une liqueur, contenue dans la pompe des celliers, ne s'écoule point par l'orifice inférieur, lorſque le ſupérieur eſt fermé de maniere à ne pouvoir donner entrée à l'air; puiſque l'air, qui preſſe en tout ſens & qui peut, par ſon poids, faire équilibre à une colonne d'eau d'environ 32 pieds, ainſi que nous l'avons démontré,

agit alors ſeulement à l'extrémité ouverte de l'inſtrument. L'écoulement de la liqueur, qui a lieu quand on débouche l'orifice ſupérieur du vaiſſeau, n'a rien encore de ſurprenant pour nous, parce que nous concevons que le poids de la colonne d'air, qui répond à cette ouverture, ſe joint à celui du liquide qu'elle preſſe, & rend nulle la réſiſtance qui lui eſt oppoſée par la colonne d'air qui preſſe inférieurement.

Le jeu de la pompe des celliers, qui peut être interrompu à volonté, a fait imaginer une eſpece d'arroſoir qui eſt auſſi facile à remplir d'eau qu'à tranſporter plein de ce liquide; c'eſt un vaiſſeau cylindrique de métal, qui eſt percé à ſon fond d'un grand nombre de petits trous, & qui s'ouvre ſupérieurement par un tube.

Pour remplir d'eau ce vaiſſeau, on le plonge dans une maſſe de ce liquide; celui-ci pénetre par les trous dont le fond eſt percé, & s'éleve dans le vaiſſeau juſqu'à ce qu'il ſoit à niveau dans les deux capacités. Pour le tranſporter enſuite hors de l'eau, ſans que celle qu'il contient ſe répande, on bouche, avec le doigt, le tube qui s'ouvre dans la partie ſupérieure du vaiſſeau; enfin on le met en jeu de la même maniere que la pompe des celliers.

L'*Entonnoir*, qu'on appelle *magique*, mais auquel le nom d'*Entonnoir à commandement* conviendroit mieux, eſt encore une machine dont la pompe des celliers a dû donner l'idée.

Il eſt fait de deux entonnoirs, l'un intérieur, l'autre extérieur, qui laiſſent entr'eux un eſpace vide propre à contenir une petite quantité de liqueur. Ces deux entonnoirs ſont ſoudés par leurs bords, ainſi qu'à une queue qui leur eſt commune. Un petit trou pratiqué à l'origine de cette queue, s'ouvre dans l'eſpace intermédiaire ; il en eſt de même d'un autre trou ménagé vers l'anſe de cet inſtrument.

On verſe de l'eau, ou toute autre liqueur, dans cette eſpece d'entonnoir, après avoir bouché avec le doigt, l'orifice inférieur de la queue : une portion de la liqueur paſſe dans l'eſpace intermédiaire ; elle y pénetre par l'ouverture pratiquée à l'origine de la queue, & à proportion qu'elle s'éleve dans cet eſpace, l'air s'en échappe par l'orifice pratiqué près de l'anſe : de ſorte que, quand l'entonnoir intérieur eſt entiérement plein de liqueur, l'eſpace intermédiaire l'eſt également ; on bouche alors, avec le doigt, le trou par lequel l'air s'eſt échappé de l'eſpace compris entre les deux entonnoirs, & on débouche enſuite la queue de l'inſtrument : la liqueur contenue dans l'en-

tonnoir intérieur s'écoule naturellement; mais il n'en eſt pas de même de celle qui eſt renfermée dans l'eſpace intermédiaire, preſſée ſeulement par la colonne d'air qui répond à l'orifice inférieur, elle demeure en poſſeſſion de l'eſpace juſqu'à ce qu'on permette à l'air de pénétrer de haut en bas dans la cavité intermédiaire par le trou ménagé vers l'anſe.

C'eſt par cet artifice que les Charlatans font accroire, au Peuple ignorant, qu'ils ont le ſecret de faire couler de l'eau d'un vaiſſeau qui n'en contient point, ainſi que le pouvoir de changer l'eau en vin, s'ils ont rempli de vin l'eſpace intermédiaire, avant de ſe préſenter en public.

Le poids de l'air eſt encore l'agent d'une fontaine dont ils ſe ſervent pour éblouir les yeux de cette claſſe d'hommes, & captiver leurs ſuffrages ; ils l'appellent *fontaine à commandement* ; elle eſt connue en Phyſique ſous le nom de *fontaine intermittente*.

Cette fontaine, qu'on attribue à *Sturmius*, eſt compoſée d'un réſervoir, du fond duquel partent cinq tuyaux ; quatre ſont deſtinés à l'écoulement de la liqueur dont on remplit le réſervoir, tandis que le cinquiéme, qui eſt incomparablement plus long & plus gros, & & qui s'éleve juſqu'au réſervoir, eſt lui-même

deſtiné à porter l'air au-deſſus de la liqueur qui y eſt compriſe.

La portion extérieure de ce tube eſt échancrée vers le bas ; on l'implante dans un autre tube qui eſt également échancré dans le bas, & qui occupe le centre d'un grand baſſin, dont le fond eſt percé d'un petit trou : ce trou eſt pour l'écoulement de l'eau que le baſſin reçoit des ajutages ou des quatre petits tuyaux ; il eſt à remarquer que la ſomme des ouvertures de ces ajutages eſt plus grande que le trou pratiqué au centre du baſſin ; par conſéquent l'eau ne s'écoule pas dans la même proportion qu'elle tombe dans le baſſin. Enfin l'eau qui s'écoule par le trou, eſt reçue dans un ſecond baſſin, qui paroît ne faire qu'un avec le premier, & qui eſt percé d'un trou ſur le côté par où l'air s'échappe pour faire place à l'eau, & par où encore on vide le baſſin après l'expérience.

La fontaine étant remplie d'eau, & les échancrures faites aux deux tubes étant en correſpondance, l'eau commence à couler, parce que la communication du réſervoir avec l'air extérieur eſt alors ouverte, & que l'eau eſt preſſée davantage par la colonne d'air, à laquelle les échancrures donnent entrée dans le réſervoir, que par les colonnes d'air plus

courtes qui répondent aux ajutages ; mais après qu'il s'eſt écoulé ſuffiſamment d'eau pour fermer le paſſage à l'air en noyant les échancrures, le jeu de la fontaine eſt interrompu par les colonnes d'air qui ſe préſentent aux ajutages. Pendant cette interruption, l'eau qui eſt tombée dans le baſſin & qui bouche l'échancrure, continue à s'écouler par le trou qui eſt pratiqué au centre du baſſin ; elle baiſſe de plus en plus dans ce baſſin, & l'échancrure eſt enfin miſe à découvert. L'air extérieur, pouvant alors pénétrer de nouveau dans le réſervoir, va preſſer l'eau qu'il contient & ſurmonter la réſiſtance des colonnes d'air plus courtes : la fontaine recommence à jouer, & elle continue à fournir de l'eau juſqu'à ce que l'échancrure ſoit noyée de nouveau par ce liquide, & ne donne plus entrée à l'air ; c'eſt donc la preſſion alternative de l'air qui rend les écoulemens de cette fontaine intermittens.

Si l'on veut donner un air de myſtere à cette fontaine, on la décore d'ornemens, ſurtout aux endroits où ſe fait l'écoulement, afin de le cacher. En remarquant le tems où cette fontaine manque d'air, on lui commande alors de ceſſer, & elle ceſſe en effet ; mais, lorſqu'on s'apperçoit que l'air va rentrer, on lui commande de couler, & elle coule ; c'eſt de-là

que lui vient le nom de fontaine à commandement.

Parmi les fontaines naturelles, il y en a qui ſont ſujettes également à des intermittences ; telle eſt la ſource *Bullerbon* en Weſtphalie, qui ſort en bouillonnant avec grand bruit, & qui eſt à ſec deux fois le jour ; la ſource de *Colmar* en Provence, dont l'eau coule de la groſſeur du bras, & s'arrête alternativement de ſept minutes en ſept minutes ; la ſource de *Laywel*, près de Torbey en Devonshire, dont les flux & les repos ſe répetent juſqu'à 16 fois par demi-heure. Le phénomène de ces fontaines intermittentes, s'explique d'une maniere ſatisfaiſante, par le moyen de certains ſiphons naturels & ſouterrains qui ſont mis en jeu par la preſſion de l'air, ainſi qu'on peut le démontrer en ſe ſervant d'un *ſiphon artificiel.*

C'eſt ainſi qu'on appelle un tube de verre, de métal ou de telle autre matiere ſolide, s'il eſt recourbé de façon à préſenter deux jambes, l'une plus courte que l'autre.

Cette machine, qui eſt ſuſceptible de modifications différentes, nous procure de très-grands ſervices ; c'eſt par ſon moyen qu'on parvient à ſoutirer, ſans peine & ſans aucune perte, le vin d'un poinçon pour le faire paſſer dans un autre ; c'eſt par ſon moyen encore

que les Chimiſtes parviennent à ſéparer aiſément les liqueurs de denſité différente, lorſqu'elles ſont contenues dans un même vaiſſeau.

Pour tranſvaſer une liqueur quelconque par le moyen du ſiphon, on plonge ſa jambe plus courte dans cette liqueur; elle s'y éleve à la même hauteur que dans le vaiſſeau qui la contient. On pompe enſuite l'air en aſpirant par l'extrémité de la jambe plus longue; le liquide paſſe alors dans cette jambe, & coule par ſon orifice, tant que l'extrémité de la jambe plus courte eſt plongée dans ce liquide.

Avant que l'on pompe l'air par l'extrémité de la jambe plus longue, la liqueur ne s'éleve dans le ſiphon que par la preſſion des colonnes environnantes de liqueur, avec leſquelles elle ſe met de niveau, ainſi qu'il arrive à tous les liquides homogènes lorſqu'ils ſont livrés à leur propre peſanteur dans des tubes ou dans des réſervoirs communiquans, qui ne ſont point capillaires : cependant l'air qui s'appuie ſur la liqueur du réſervoir, fait effort pour faire monter cette liqueur juſqu'au haut de la jambe plus courte du ſiphon; mais comme l'air qui remplit preſqu'entiérement le ſiphon, fait dans le même tems un effort égal pour empêcher la liqueur de monter au-deſſus de ſon niveau, ces deux forces égales & oppoſées ſe détrui-

ſent, & la liqueur reſte à niveau tant qu'il y a équilibre entre ces deux forces.

Mais, quand on pompe l'air qui remplit la plus grande partie de la capacité du ſiphon, la liqueur du vaſe ſe porte, malgré ſa gravitation, juſque dans la croſſe du ſiphon, parce qu'elle eſt alors maîtriſée davantage par l'air qui s'appuie ſur la liqueur du vaſe, que par celui que l'on raréfie dans le ſiphon, & que d'ailleurs la preſſion de l'air extérieur eſt capable d'élever l'eau dans le vide juſqu'à la hauteur de 32 pieds.

La liqueur, pouſſée dans la croſſe du ſiphon par la preſſion de l'air, deſcend par la jambe plus longue, & vient emplir la bouche de celui qui pompe l'air; cela doit être ainſi, puiſque l'air a été raréfié dans la capacité du ſiphon. La liqueur continue à couler ſans interruption, & cependant, dira-t-on, elle eſt preſſée davantage par la colonne d'air qui répond à l'orifice de la jambe plus longue, que par celle à laquelle on attribue l'écoulement; la premiere étant plus longue de toute la hauteur, priſe depuis la ſurface de la liqueur du réſervoir juſqu'à l'extrémité de la longue jambe.

Cette difficulté s'évanouira, ſi on conſidere qu'au poids de la colonne d'air plus courte,

qui agit ſur la liqueur du réſervoir, ſe joint celui de la colonne de liqueur compriſe dans la jambe plus longue, & que, cette colonne de liqueur étant incomparablement plus peſante qu'une colonne d'air ſemblable, elle fait plus que compenſer l'excès de preſſion de la colonne d'air plus longue. Il n'eſt donc point étonnant que la liqueur continue à couler, malgré la preſſion qu'elle éprouve de la part de cette derniere colonne.

Plus la jambe extérieure du ſiphon ſurpaſſe en longueur la jambe qui eſt plongée dans la liqueur; plus celle-ci coule en abondance par l'extrémité de la premiere, parce que, plus la colonne de liqueur compriſe dans cette branche a de longueur, plus elle a de peſanteur propre à détruire la preſſion de la colonne d'air qui s'oppoſe au libre écoulement de la liqueur, & qui empêche le plein effet de la colonne d'air oppoſée.

Si la liqueur, compriſe dans la jambe plus longue du ſiphon, étoit de l'eau, & qu'elle y formât une colonne de 32 pieds de hauteur, cette colonne aqueuſe feroit équilibre à la colonne d'air correſpondante; elle détruiroit totalement ſon action; & la colonne d'air oppoſée auroit ſon plein & entier effet ſur la

colonne de liqueur compriſe dans la jambe plus courte, comme ſi elle la preſſoit dans un vide parfait.

Pour mettre le ſiphon en jeu, on n'a pas toujours recours au moyen que nous avons indiqué, parce qu'on ne peut ſe garantir de recevoir dans la bouche, & en quantité plus ou moins grande, la liqueur que l'on veut tranſvaſer, ce qui ſeroit déſagréable & même dangereux en quantité de circonſtances. Pour parer à cet inconvénient, avant de plonger la jambe plus courte du ſiphon dans la liqueur qu'on ſe propoſe de ſoutirer, on remplit entiérement d'eau le ſiphon, ſoit en faiſant une ſuccion à l'orifice de ſa jambe plus longue, la plus courte étant alors plongée dans une maſſe d'eau, ſoit en verſant ce liquide dans la jambe plus longue, après avoir appliqué le doigt à l'orifice de la plus courte; on bouche enſuite, avec un doigt de l'autre main, l'orifice de la jambe plus longue du ſiphon; cela fait, on met à découvert l'orifice de ſa jambe plus courte, ſans craindre que l'eau dont elle eſt remplie s'écoule par ſon orifice, puiſqu'elle y eſt alors retenue par la preſſion de la colonne d'air correſpondante.

La jambe plus courte du ſiphon étant plongées dans la liqueur qu'on a deſſein de tranſvaſer, on débouche l'extrémité de la jambe

plus longue ; l'eau coule alors par l'orifice de cette jambe, & elle abandonne, à proportion, l'eſpace qu'elle occupe, à la liqueur dans laquelle la jambe plus courte eſt plongée : ainſi cette liqueur coule à ſon tour.

Il y a une troiſiéme maniere de procéder, qui n'a ni les inconvéniens de la premiere, ni ceux qu'on peut encore reprocher à la ſeconde ; elle conſiſte à faire uſage d'un ſiphon à trois branches, qui differe du ſiphon ordinaire par un tube communiquant, qui eſt ſoudé vers le bas de la plus longue de ſes deux jambes, & qui s'éleve parallélement à cette jambe.

Pour faire jouer ce ſiphon, après avoir plongé la plus courte de ſes trois jambes dans une liqueur, on bouche, avec le doigt, l'orifice de la plus longue, & on pompe enſuite l'air en aſpirant à l'ouverture du tube communiquant ; la liqueur franchit alors la croſſe du ſiphon, & elle ſe porte dans la jambe plus longue. L'Opérateur, ayant l'œil placé vers la croſſe, apperçoit ce qui s'y paſſe ; il ceſſe d'aſpirer & de boucher l'orifice de la jambe plus longue, aſſez à tems pour ne point amener la liqueur dans ſa bouche.

Il en eſt d'un liquide qui deſcend par la jambe plus longue d'un ſiphon, comme de tous les corps qu'on abandonne à eux-mêmes,

au-deſſus

au-deſſus de la ſurface de la terre ; maîtriſé comme eux par la force de gravitation, le liquide accélère ſon mouvement en deſcendant par la jambe du ſiphon, & il acquiert pendant ſa chute, une quantité de mouvement, ſuffiſante pour remonter à la hauteur d'où il eſt deſcendu. De-là, ſi on diſpoſoit l'extrémité de la jambe plus longue du ſiphon, de maniere que le liquide pût en ſortir de bas en haut, & par un orifice très-étroit, il jailliroit alors & remonteroit, non pas juſqu'à la hauteur du réſervoir, mais ſeulement juſqu'aux deux-tiers ou environ de cette hauteur.

Pour que l'eau, dans cette circonſtance, s'élevât en jailliſſant à la hauteur d'où elle ſe précipite, il faudroit qu'elle ne perdît rien de la force qu'elle acquiert en tombant, ou qu'elle n'eût point à vaincre en même tems pluſieurs obſtacles, qui ſont la réſiſtance de l'air dans lequel elle s'élevé, ſon propre poids lorſqu'elle retombe ſur elle-même, & le frottement qu'elle éprouve en parcourant le tuyau & en ſortant par l'ajutage.

Ce frottement, qui détruit une portion de la force que l'eau acquiert par ſa chute, & qui s'oppoſe d'autant à ce qu'elle parvienne à la hauteur du réſervoir d'où elle eſt partie : ce frottement eſt le ſeul obſtacle auquel on

puiſſe remédier, juſqu'à un certain point, ſans inconvénient. Il eſt d'autant plus foible que le diamètre du canal par lequel l'eau deſcend, eſt plus grand par rapport à celui de la lumiere ou de l'ajutage. Nous devons cependant obſerver que cette diſpoſition reconnoît des bornes; la raiſon en eſt, que le frottement de l'eau contre l'ouverture de l'ajutage eſt d'autant plus grand, que cette ouverture eſt elle-même plus petite.

Nous obſerverons encore que rien n'augmentant autant le frottement qu'un ajutage en cône, on doit donner la préférence à une plaque que l'on appliquera ſur l'ouverture du tuyau de conduite, & que l'on percera d'un trou proportionné à la groſſeur du tuyau.

L'épaiſſeur de cette plaque n'eſt point indifférente : l'expérience nous apprend qu'il faut donner à cette plaque $\frac{1}{20}$ de pouce d'épaiſſeur, lorſque l'eau doit jaillir à 20 pieds; $\frac{1}{10}$ de pouce, lorſqu'elle doit s'élever depuis 20 juſqu'à 35 pieds; $\frac{1}{7}$ de pouce, lorſqu'elle doit s'élancer depuis 35 juſqu'à 50 pieds, &c.

Deux Phyſiciens célebres, le Docteur *Deſaguilliers* & *Mariotte*, ont traité fort au long de cette partie hydraulique; le premier, dans ſon *Cours de Phyſique*; & le dernier, dans un Ouvrage intitulé, *Mouvement des Eaux*. C'eſt

à ces deux ſources que vous pourrez puiſer toutes les connoiſſances qui complettent la théorie des jets-d'eaux.

Quant à ceux qu'on peut conſtruire avec des ſiphons, nous obſerverons, 1°. que ſi l'eau, à la fin de ſa chute, trouve pluſieurs iſſues différemment diſpoſées, elle forme alors pluſieurs jets qui affectent différentes directions; 2°. que l'eau jaillit au-deſſus de ſa ſource lorſque la croſſe du ſiphon eſt armée d'un ajutage, & renfermée dans un vaiſſeau où l'air eſt raréfié. M. *de la Fond* nous en fournit les moyens, dans le ſecond volume de ſa *Deſcription & Uſage d'un Cabinet de Phyſique.*

Pluſieurs Phyſiciens ont cru que la peſanteur de l'air n'étoit pas la cauſe déterminante de l'écoulement des liqueurs par les ſiphons; mais il eſt facile de prouver qu'un ſiphon ne produit ſon effet qu'autant que la liqueur qu'on veut ſoutirer, par ſon moyen, eſt ſoumiſe à l'action de l'air extérieur.

Portez la jambe plus courte d'un ſiphon dans un vaſe plein d'eau; bouchez enſuite ce vaſe de maniere que l'air environnant ne puiſſe y avoir accès; & pompez l'air du ſiphon en aſpirant à l'extrémité de la jambe plus longue: s'il y a de l'air renfermé avec l'eau dans la bouteille, cet air débandera ſon reſſort ou ſera

effort pour occuper un plus grand eſpace; l'eau en conſéquence ſe portera dans la jambe plus longue du ſiphon, & elle la parcourra en partie; mais dès que vous ceſſerez d'aſpirer, cette eau, par un mouvement rétrograde, paſſera dans la jambe plus courte & dans le vaiſſeau, parce que l'air, dilaté dans ce vaiſſeau, ſe réduira alors à ſon premier volume, pour faire équilibre à l'air extérieur qui rentrera dans le ſiphon: l'eau s'élevera une ſeconde fois; mais pour couler par le ſiphon. Si vous n'aſpirez qu'après avoir ouvert un paſſage à l'air dans le haut du vaiſſeau, & ſi vous fermez ce paſſage pendant que l'eau coulera encore, ſon écoulement ceſſera au-ſſitôt.

Nous ne pouvons paſſer ici ſous ſilence la difficulté propoſée par *Reiſelius* (1), relativement au jeu des ſiphons; il obſerve qu'un ſiphon, dont les jambes ſont de même longueur, peut être employé à ſoutirer une liqueur, & qui plus eſt, que ce ſiphon, inventé par *Jean Jordan*, permet à la liqueur de s'écouler indifféremment par les deux jambes, ce que ne fait pas le ſiphon ordinaire.

L'écoulement alternatif de l'eau ou de toute autre liqueur par les deux jambes du ſiphon

(1) Journal des Savans, année 1683.

de *Reiſelius* a paru d'abord merveilleux aux Phyſiciens ; mais le charme n'a pas tardé à diſparoître, & on n'a plus vu, dans cet écoulement, qu'un effet produit par la même cauſe qui détermine l'eau à couler par la jambe plus longue du ſiphon ordinaire.

En conſidérant celui-ci en exercice, nous avons remarqué que la colonne de liqueur, compriſe dans la jambe plus longue, détruit en partie, & par ſon excès de poids, l'action de la colonne d'air correſpondante ; & que c'eſt la raiſon pour laquelle la liqueur du réſervoir, preſſée par l'air, continue à s'écouler par le ſiphon. Or, on peut, & même on doit expliquer de la même maniere, l'écoulement de l'eau par le ſiphon de *Reiſelius*, puiſque quand cet inſtrument eſt mis lui-même en exercice, la jambe par laquelle la liqueur s'écoule, eſt plus longue que l'autre, de toute la quantité dont celle-ci eſt plongée dans la liqueur.

La connoiſſance des ſiphons & de leur mécaniſme, date de 441 ans avant J. C. au moins attribue-t-on à *Hyéron* d'Alexandrie, qui vivoit dans ce tems, l'invention des *diabettes* : c'eſt ainſi qu'on appelle des verres dont la coupe, la tige & la patte ſont percées, & dans leſquels on renferme des ſiphons qui ſont,

ou formés d'un tube courbé, ou compoſés de deux tubes, l'un recouvrant l'autre. La longue jambe du ſiphon, ou le tube qui en fait l'office, deſcend le long de l'intérieur de la tige du verre, & s'ouvre ſous ſa patte, où il eſt maſtiqué; tandis que la jambe plus courte, ou le tube qui la repréſente, s'ouvre près du fond de la coupe du verre. Ces verres contiennent l'eau qu'on y met, juſqu'à ce qu'ils ſoient preſque pleins; mais, lorſqu'elle eſt parvenue à ce terme, elle s'écoule juſqu'à la derniere goutte.

Il y a de ces diabettes dans leſquels on met un tentale, qui fait l'office de la jambe plus courte & en même tems de la jambe plus longue d'un ſiphon. Lorſque l'eau, verſée dans ces ſortes de verres, eſt à la hauteur des levres du tentale, elle fuit, & le verre ſe vide.

Enfin il y a de ces verres dont les effets ſont d'autant plus ſurprenans, qu'on n'apperçoit point les ſiphons qui procurent l'écoulement des liqueurs qu'on y a verſées, parce qu'ils ſont pratiqués dans l'épaiſſeur même de ces verres.

En ſe ſervant d'un ſiphon, le Pere *Kirker* a imaginé une fontaine artificielle, ſi curieuſe que M. *Wolf* l'a jugée digne de ſon attention. Elle eſt compoſée d'un oiſeau perché ſur l'anſe d'un vaſe, au milieu duquel il y a un

ajutage ; on met de l'eau dans le vaſe autant qu'il peut en contenir. Cette eau comprime l'air qui, par la conſtruction du vaſe, ne peut pas s'échapper ; il agit donc ſur l'eau, de maniere que, quand on ouvre le robinet de l'ajutage, l'eau ſort par là en forme de jet, & tombe dans le baſſin du vaſe : elle parvient ainſi au bec de l'oiſeau, qui la boit à meſure qu'elle tombe (1).

Nous avons encore à développer le mécaniſme des *pompes* ; car c'eſt auſſi de l'air que dépend le jeu de ces machines hydrauliques, ainſi que nous l'avons déjà obſervé.

Les *pompes* que nous employons ſi fréquemment & ſi utilement, furent inventées 180 ans avant l'Ere chrétienne ; il y en a de pluſieurs eſpeces, que l'on range en deux claſſes, parce que les unes ſont ſimples & les autres compoſées. Les pompes ſimples ſont *aſpirantes*, *foulantes* ou *élévatoires* ; c'eſt en combinant enſemble ces trois eſpeces de pompes ſimples, que l'on obtient des pompes compoſées, qui ſont ou *aſpirantes-élévatoires*, ou *aſpirantes-foulantes*, ou enfin *aſpirantes-foulantes-condenſantes*.

(1) *Savérien*, Hiſtoire des progrès dans les Science naturelles.

Les pompes ſont ſimplement *aſpirantes*, lorſque c'eſt le poids de l'air ſeulement qui fait monter l'eau dans leur intérieur. La *Seringue* eſt une pompe de cette eſpece; l'emploi utile & fréquent de cet inſtrument, nous diſpenſe de parler des parties qui entrent dans ſa conſtruction; mais nous devons inſiſter ſur le mécaniſme de l'aſcenſion de l'eau dans la ſeringue, puiſque c'eſt celui de toutes les pompes *aſpirantes*.

Le piſton étant au bas de la capacité cylindrique de la ſeringue, ſi on la plonge verticalement dans l'eau, il n'y entre point ou preſque point d'eau, parce que l'air intérieur, s'il en reſte entre le piſton & la colonne d'eau qui ſe préſente à l'orifice de la ſeringue, réſiſte efficacement, par ſon reſſort, à la preſſion de l'air extérieur, qui fait effort pour y faire entrer l'eau. La preſſion de l'air extérieur & la réaction de l'air intérieur étant deux forces égales & oppoſées, leur effet eſt nul, & l'eau n'eſt follicitée par aucune force à s'élever dans le corps de la ſeringue.

La ſeringue demeurant plongée dans l'eau, ſi on fait monter le piſton, il entre dans la ſeringue autant d'eau qu'il en faut pour remplir l'eſpace vide que le piſton a laiſſé au-deſſous de lui. La raiſon en eſt, que la preſſion

de l'air extérieur force l'air intérieur qui avoit été dilaté par l'éloignement du piſton, à reprendre ſa premiere denſité; ce qu'il ne peut faire qu'en élevant dans la ſeringue, par ſa preſſion ſur la maſſe d'eau, un volume d'eau égal à l'eſpace qu'a parcouru le piſton, en s'éloignant de l'extrémité inférieure du corps de la ſeringue.

Telle eſt donc l'idée qu'on doit ſe faire de l'élévation de l'eau dans une pompe *aſpirante*; qu'elle y eſt pouſſée par la preſſion de l'air, qui la force à s'élever dans le corps de la pompe qui eſt vide ou preſque vide d'air, & fermé dans ſa partie ſupérieure par le piſton.

L'eau s'éleve ainſi dans les pompes *aſpirantes*, juſqu'à ce que, par ſon propre poids, elle faſſe équilibre à celui de l'air qui la ſoulève. Dans nos climats, & dans les lieux qui ne ſont pas beaucoup élevés au-deſſus du niveau de la mer, le poids de l'air éleve & ſoutient l'eau dans les pompes aſpirantes à la hauteur de 32 pieds; mais jamais au-deſſus de cette hauteur, quoiqu'on continue à faire jouer le piſton, parce que le poids de l'eau élevée & celui de l'air qui la preſſe ſont alors en équilibre entr'eux.

Il n'en eſt pas de même des pompes *foulantes*, ou de celles dont le piſton agit immé-

diatement ſur l'eau, & la fait refluer dans un tuyau montant, adapté à la partie inférieure & latérale du corps de la pompe. Comme dans ces derniers, le piſton eſt mu par une puiſſance que l'on peut augmenter autant qu'on le juge à propos, il eſt évident que l'aſcenſion de l'eau n'eſt bornée à aucune hauteur.

Enfin, les pompes *élévatoires* ont également l'avantage de porter l'eau à différentes hauteurs, parce que, dans celles-là, l'eau qu'on éleve eſt immédiatement portée par le piſton, dont la puiſſance motrice peut être augmentée plus ou moins.

Les pompes ſimples ſont d'un ſervice moins étendu & moins avantageux que les pompes compoſées; celles-ci ſont employées de préférence à porter l'eau à différentes hauteurs, pour les divers uſages de la vie.

C'eſt en effet avec une pompe, qui eſt tout à la fois *aſpirante* & *élévatoire*, que l'on tire de l'eau d'un puits ou d'un réſervoir profond, quand il s'agit de la diſtribuer, par des tuyaux de conduite, dans différentes parties d'une maiſon.

On emploie les pompes *aſpirantes-foulantes* dans les circonſtances où il eſt important de faire jaillir l'eau à une hauteur ou à une diſtance donnée, comme lorſqu'il s'agit, par

exemple, d'arroſer quelques endroits à une certaine diſtance.

Enfin les pompes, qui ſont en même tems *aſpirantes*, *foulantes* & *condenſantes*, ſont d'un grand ſecours dans les incendies, par ce que elles ont l'avantage de n'être point intermittentes, comme les pompes aſpirantes & foulantes.

Nous allons expoſer, le plus ſuccinctement & le plus clairement qu'il eſt poſſible, la conſtruction & le mécaniſme de ces trois eſpeces de pompes compoſées, en commençant par la pompe *aſpirante-élévatoire.*

Les parties principales de cette pompe ſont: un cylindre creux, fait le plus ſouvent de métal; un piſton qui remplit une portion du cylindre, & que l'on y fait mouvoir alternativement d'un bout à l'autre par le moyen d'une tige, au bout de laquelle on applique le moteur immédiatement, ou bien à l'aide d'un lévier ou de quelqu'autre machine propre à favoriſer la puiſſance; un tuyau qui conduit l'eau de la ſource à la pompe, & que nous appellerons *tuyau d'aſpiration*, pour le diſtinguer des tuyaux qui conduiſent l'eau de la pompe au lieu de ſa deſtination; enfin deux *valvules*, *ſoupapes* ou *clapets*, qui laiſſent paſſer l'eau dans un ſens, & qui l'empêchent de revenir en ſens

contraire. Une de ces ſoupapes bouche l'extrémité ſupérieure du tuyau d'aſpiration ; l'autre eſt adaptée à l'orifice ſupérieur d'un canal qui eſt pratiqué dans le piſton, ſelon ſon axe.

Quand on tire le piſton de cette pompe, & qu'il y a de l'air intercepté entre le plan inférieur du piſton & la colonne d'eau qui répond au tuyau aſpirant, cet air s'étend en proportion de l'eſpace vide qui eſt abandonné par le piſton, & ſon reſſort ſe trouvant moins tendu, il ne peut plus faire équilibre à l'air extérieur ; celui-là agit alors efficacement contre les colonnes ambiantes de liquide ; elles ſoulevent celle qui répond au tuyau d'aſpiration ; la ſoupape qui le ferme livre paſſage à cette colonne d'eau. En un mot, l'eau du réſervoir s'éleve dans la pompe par la preſſion plus grande de l'air extérieur, & elle y eſt portée en quantité ſuffiſante pour remplir l'eſpace vide qui a été abandonné par le piſton, car l'air intérieur reprend ſon premier volume.

Lorſqu'on vient enſuite à baiſſer le piſton, il comprime l'air compris entre lui & l'eau qui a paſſé dans la pompe : cet air comprimé s'échappe à travers l'épaiſſeur du piſton ; l'eau étant preſſée à ſon tour par ce dernier, & ne pouvant retomber dans le réſervoir à cauſe de la ſoupape du tuyau d'aſpiration, enfile

également le canal pratiqué dans l'épaiſſeur du piſton, ſouleve la ſoupape qui en bouche l'extrémité ſupérieure, jaillit & s'épanche au-deſſus du piſton, d'où la ſoupape l'empêche de retomber.

Quand on fait monter le piſton pour la ſeconde fois, une nouvelle quantité d'eau paſſe au-deſſous de lui, & enſuite au-deſſus quand on le fait deſcendre. En continuant ainſi à faire jouer la pompe, on parvient à la fin à engorger d'eau le corps de cette pompe, & c'eſt alors qu'elle s'écoule par les tuyaux qui ſont deſtinés à la conduire.

Quand même le piſton de la pompe *aſpirante-élévatoire* auroit ſon jeu à 25 ou 30 pieds au-deſſus de la ſurface de l'eau, ce liquide ne laiſſeroit pas d'atteindre le piſton; mais ce ne ſeroit qu'après qu'on l'auroit fait jouer un grand nombre de fois, ou après que l'air intérieur ſe ſeroit échappé entiérement par le canal pratiqué dans le piſton; on perdroit donc beaucoup de tems dans le cas où le tuyau d'aſpiration de cette pompe auroit 20 ou 25 pieds de hauteur perpendiculaire: il eſt cependant des circonſtances dans leſquelles on eſt obligé d'en employer de très-longs; c'eſt lorſqu'il s'agit, par exemple, d'élever l'eau d'un lieu profond & étroit.

Il n'eſt pas néceſſaire que le corps de la

pompe ſoit poli & cylindrique dans toute ſa hauteur ; il ſuffit qu'il le ſoit dans l'eſpace où ſe meut le piſton. Au-deſſus & au-deſſous de cet eſpace, on peut faire la pompe de telle matiere & lui donner telle figure qu'on voudra ; enfin la partie de cette pompe, ſupérieure à celle où ſe meut le piſton, peut avoir autant de longueur que la force motrice le permet ; on peut donc, par ſon moyen, élever l'eau à toute hauteur donnée, puiſqu'il ne s'agit, en toute circonſtance, que d'employer une puiſſance qui ſoit capable de vaincre la réſiſtance qui vient autant du poids de la maſſe d'eau qui repoſe ſur le piſton, que du frottement de cette maſſe d'eau & du piſton contre les parois du corps de la pompe.

Une loi d'Hydroſtatique nous apprend que la réſiſtance qui vient du poids de l'eau dont le piſton eſt chargé, eſt en raiſon compoſée, directe de ſa hauteur & de ſa baſe, quelque ſoit la capacité du reſte du tuyau montant. Par conſéquent, ſi le piſton eſt de telle largeur que la colonne d'eau, à laquelle il ſert de baſe, peſe 25 livres par pied, & que le tuyau montant, quelque ſoit ſa figure & ſa grandeur, ait 35 pieds de haut, la ſomme de la charge qui lutte contre le piſton, ſera 875 ; produit de 35 par 25.

Quant à la réſiſtance, qui naît du frottement du piſton & de celui de la maſſe d'eau qu'il ſupporte contre les parois de la pompe, elle eſt en raiſon directe des ſurfaces frottantes, ou à peu de choſes près.

C'eſt donc en évaluant ces deux eſpeces de réſiſtances, qu'on parvient à connoître la force qu'il convient d'employer pour élever l'eau à une hauteur donnée, par le moyen d'une pompe *aſpirante-élévatoire.*

La pompe *aſpirante-foulante* differe peu de la précédente. Quant à la conſtruction & au mécaniſme, ſon piſton eſt plein; premiere différence de conſtruction. Un tuyau montant eſt ſoudé au bas du corps de la pompe, & eſt fermé dans cet endroit par une ſoupape; ſeconde & derniere différence de conſtruction.

Quand on fait monter le piſton de cette pompe, l'air compris dans le tuyau montant, & qui communique avec celui de l'atmoſphere, ne vient point remplir le vide que laiſſe le piſton, parce que la ſoupape de ce tuyau eſt diſpoſée de maniere que l'air, par ſon poids, l'applique fortement contre l'ouverture qui pourroit lui livrer paſſage; ainſi l'eau du réſervoir s'éleve dans ce vide par la preſſion de l'air extérieur. Lorſqu'on vient enſuite à baiſſer le piſton, comme il refoule l'eau qui s'eſt élevée,

& qu'elle ne peut point refluer dans le réſervoir, elle ſouleve la ſoupape du tuyau montant, pénetre dans celui-ci, & jaillit enfin par ſon orifice ſupérieur; & c'eſt en cela que le mécaniſme de cette pompe eſt différent de celui de la pompe aſpirante-élévatoire.

Elle peut, ainſi que cette derniere, fournir de l'eau à toute hauteur donnée; &, pour la porter à la même hauteur, elle exige qu'on emploie la même force motrice, ſi le diamètre de ſon piſton eſt le même. La raiſon en eſt, que la réſiſtance doit être évaluée de la même maniere dans l'une & dans l'autre, puiſque, dans l'une, l'eau repoſe ſur le piſton que l'on tire, & que dans l'autre, elle réſiſte au piſton que l'on pouſſe, ce qui eſt la même choſe, quand à la force qu'il faut employer.

Il eſt à remarquer que la pompe dont il eſt ici queſtion, eſt aſpirante & foulante alternativement, & non pas dans le même tems, puiſque, dans ce cas, elle jetteroit l'eau ſans interruption, aulieu qu'elle ne la jette que par intervalle, ou pendant qu'on fait deſcendre le piſton; mais on emploie autant de tems pour tirer le piſton que pour l'abaiſſer; il y a donc la moitié du tems perdu dans le ſervice de cette pompe.

On évite cet inconvénient, qui ſeroit fâcheux dans les incendies, en aſſociant à cette pompe

aſpirante-foulante,

aſpirante-foulante, une autre pompe ſemblable & parallèle à celle-ci, parce qu'on a alors une pompe double, qui jette l'eau ſans interruption ; ce qui eſt facile à concevoir.

Par le moyen d'un double lévier, dont le point d'appui eſt placé entre les deux cylindres creux, l'un des deux piſtons monte quand l'autre deſcend, & par conſéquent l'eau, continuellement foulée, jaillit de même par l'embouchure qui eſt commune aux deux tuyaux montans des pompes.

Cette pompe double n'eſt pas la ſeule dont on ſe ſert pour arrêter les progrès du feu ; on emploie encore une pompe *aſpirante-foulante*, dans laquelle l'eau, preſſée par le piſton, reflue dans un réſervoir d'air, où elle condenſe ce fluide, d'autant plus qu'elle y eſt portée en plus grande quantité à la fois ; cependant l'eau s'éleve dans le tuyau déférant de la pompe, parce qu'il eſt adapté au réſervoir d'air & qu'il deſcend dans celui-ci ; il y a plus, l'eau jaillit ſans interruption par l'orifice de ce tuyau ; la raiſon en eſt, que l'action du piſton & la réaction de l'air condenſé ſe ſuppléent alternativement pendant l'opération. On conçoit en effet que l'air qui ſe retranche ſur lui-même, à proportion que l'eau abonde dans la même capacité, réagit, par ſon reſſort, contre la

maſſe, d'eau qui reſtreint ſon volume, & par conſéquent qu'il oblige ce liquide à s'échapper par le tuyau montant, & à continuer le jet produit par la chute du piſton.

Tel eſt, en peu de mots, le mécaniſme de la pompe *aſpirante-foulante-condenſante*, qui préſente, dans ſon ſervice, le même avantage que la pompe double, & qui a ſur cette derniere, celui d'être tout à la fois moins diſpendieuſe, & plus portative.

Les piſtons & les ſoupapes jouent de très-grand rôles dans les pompes, &, par cette raiſon, ils vont fixer un inſtant notre attention.

On ſe ſert de différentes matieres pour faire les piſtons, & on leur donne différentes formes, ſuivant les uſages auxquels on les deſtine. Il y en a que l'on fait en bois & à qui on donne la forme d'un étrier ouvert à ſon milieu ; on adapte, à leur partie inférieure, un cuir de veau très-ſouple ; ce cuir, qui déborde le piſton, ſe replie deſſus quand on le fait entrer dans la pompe. Ce piſton eſt bien fait, s'il s'applique exactement aux parois de la cavité cylindrique calibrée ; s'il refuſe paſſage à l'eau, ainſi qu'à l'air, & s'il peut ſe mouvoir graſſement dans cette cavité ſans que ſon frottement ſoit trop grand.

On fait encore des piſtons en enfilant, ſur

un même axe, pluſieurs rondelles de cuir fort épais & peu poreux, que l'on travaille au tour, après les avoir ſerrées fortement entre deux plaques circulaires de métal; mais ces piſtons, ainſi que ceux qui ſont faits en bois, ſont ſujets à beaucoup de réparations; les uns & les autres augmentent de volume lorſqu'ils ſont mouillés, & par conſéquent ils frottent plus qu'il ne convient contre les parois des corps de pompes. En ſont-ils enſuite ſéparés & mis en réſerve, ils perdent, en ſe deſſéchant, plus de volume qu'ils n'en avoient acquis. A la vérité, l'eau tuméfie davantage les piſtons qui ſont en bois que ceux qui ſont de cuir; mais, malgré cela, les premiers ſont préférables, parce qu'ils ne ſe pourriſſent point auſſi promptement que les derniers.

On fait auſſi, mais rarement, des piſtons avec du cuivre: le ſervice de ceux-là ne préſente aucun des inconvéniens que l'on rencontre dans celui des piſtons de bois ou de cuir; mais la matiere & la conſtruction de ces derniers coûte beaucoup moins, & c'en eſt aſſez pour qu'on les préfere avec leurs défauts.

On a également imaginé différentes manieres de faire les ſoupapes, tant celles qu'on place dans l'intérieur des pompes, que celles qu'on établit ſur les piſtons, afin qu'on pût

faire monter, à chaque coup de piſton, la plus grande quantité d'eau qu'il ſoit poſſible.

Il y en a qui ne ſont qu'un ſimple clapet de cuir, chargé d'un poids de plomb vers ſon centre ; ce clapet porte, vers une partie de ſa circonférence, une eſpece de queue de même matiere, qui forme une eſpece de charniere ; la mobilité de ce clapet fait qu'il cede aiſément de bas en haut & de haut en bas ; on en fait auſſi avec des lames de cuivre mobiles dans des charnons.

On a encore imaginé de conſtruire des ſoupapes avec deux lames de cuivre ſemi-circulaires, réunies par une charniere, qui forme un des diamètres de ces lames, & qui ſe trouve placée au milieu du trou qu'elles recouvrent.

On en fait auſſi avec une plaque de cuivre, dont la charniere eſt placée vers une de ſes extrémités, & non à ſon milieu ; par ce moyen, cette ſoupape forme une eſpece de baſcule, de ſorte que, quand l'eau ſouleve la partie la plus large de cette ſoupape, la partie la plus étroite ſe renverſe en ſens contraire & deſcend dans l'eau.

Toutes ces ſoupapes exigent de fréquentes réparations ; celles qui ſont en cuir ſe pourriſſent promptement ; celles qui ont des char-

nons de cuivre ſont miſes en peu de tems hors de ſervice, par le verd-de-gris qui ſe forme dans ces charnons; enfin les unes & & les autres ne bouchent pas toujours exactement les ouvertures auxquelles on les a appliquées.

Quoique les ſoupapes, qui nous reſtent à faire connoître, aient auſſi leurs défauts, elles ſont cependant préférables à celles que nous venons de décrire.

On prend une lame ronde de métal qui s'ajuſte très-bien ſur le bord du trou qu'elle doit boucher; cette plaque porte un fil-de-fer ſaillant qui joue librement dans une traverſe, il ſert à diriger la ſoupape lorſque l'eau la ſouleve. Cette ſoupape eſt fort ingénieuſe; mais ſon ſervice n'eſt pas ſans inconvénient: elle laiſſe refluer l'eau, lorſqu'elle ne s'applique point exactement ſur l'ouverture ou qu'elle a été négligeamment dreſſée; il ne faut cependant pas qu'elle ſoit dreſſée exactement, parce qu'elle adhere alors, à la maniere des corps polis, avec le bord de l'ouverture qu'elle recouvre, & l'eau n'a pas la force de la ſoulever. M. *Amontons* eſt le premier qui ait fait cette remarque. Ce célebre Académicien avoit donné tous ſes ſoins à la conſtruction d'une pompe foulante; il eſpéroit lui voir produire

ſon effet; mais il fut trompé dans ſon attente, car les ſoupapes de cette pompe ſe refuſerent au ſervice; il crut d'abord que quelque ſédiment viſqueux & ténace empêchoit qu'elles ne fuſſent ſoulevées par l'eau; il les fit démonter, mais inutilement. Imaginant alors que cet effet pouvoit venir de l'ahdérence qu'on remarque entre les corps polis : pour rémédier à ce défaut, il fit dépolir ſes ſoupapes & l'adhérence n'eut plus lieu; mais M. *Amontons* s'étant apperçu que ces ſoupapes avoient un autre défaut, celui de laiſſer refluer l'eau; il ſubſtitua à leur place des clapets de cuir, qu'il avoit d'abord rejetés.

M. *Amontons* auroit pu ſe ſervir, avec avantage, de ſoupapes faites d'un morceau de cuivre taillé en forme de cône tronqué, & ajuſté dans un cône creux de même matiere, ouvert à ſa baſe & à ſa pointe.

La forme de cône, que l'on donne à ces ſoupapes, réunit pluſieurs avantages; elle les rend propres à fermer aſſez exactement le paſſage à l'eau, & en cela elle ſupplée à l'exactitude qui leur manque du côté du poli, car elles ne doivent point être uſées au point de contracter une adhérence ſenſible; d'ailleurs, ces ſoupapes ont pour modérateur, une petite tige de métal qui s'éleve du centre de leur

baſe, & qui paſſe par un trou pratiqué dans une traverſe qui eſt placée à quelques lignes au-deſſus de la ſoupape.

Comme ces ſortes de ſoupapes ont paru préférables à toutes les autres, mon oncle, M. *de la Fond*, les a fait graver dans le ſecond volume de ſa *Deſcription* & *Uſage d'un Cabinet de Phyſique*. Les pompes ſimples & compoſées, y ſont également repréſentées, ainſi que les appareils avec leſquels on peut démontrer, 1°. que l'eau s'éleve dans tout eſpace vide d'air, parce qu'elle y eſt pouſſée par la preſſion de l'air extérieur; 2°. que le mercure, qui peut s'élever dans un tube vide d'air & y être ſoutenu à 28 ou 29 pouces, ne s'y porte plus lorſque la preſſion de l'air eſt ſupprimée.

Quoique la preſſion de l'air ne puiſſe élever & ſoutenir l'eau qu'à la hauteur de 32 pieds, ou environ, dans un tube vide d'air, cependant un Ferblantier de Séville entreprit de la faire monter à 60 pieds de hauteur dans une pompe aſpirante; mais, n'ayant pu y parvenir, il donna, de dépit, un coup de marteau contre le tuyau aſpirant; & l'eau s'éleva auſſi-tôt à la hauteur deſirée: il eſt à remarquer que le tuyau ſe trouva percé d'un trou d'une ligne de diamètre, à dix pieds au-deſſus du réſervoir, & dans l'endroit où le coup de marteau avoit été porté.

M. *le Cat*, Chirurgien célebre, à qui M. *Clouet* communiqua ce fait en 1766, le vérifia dans ſon jardin, avec une pompe, dont le tuyau d'aſpiration avoit un pouce de diamètre & 55 pieds de hauteur. A 10 pieds au-deſſus du niveau de l'eau, il avoit fait adapter au tuyau, un robinet, qu'il fit ouvrir lorſqu'il imagina que l'eau étoit parvenue à la hauteur où elle pouvoit monter par le jeu de la pompe. A l'inſtant qu'on ouvrit ce robinet, l'eau s'éleva & jaillit ſur la terraſſe, à la hauteur de 55 pieds.

Il eſt facile d'expliquer ce phénomène. Dans la pompe de Séville, la colonne d'eau n'avoit que 22 pieds au-deſſus du trou fait au tuyau aſpirant; elle n'avoit donc que les deux-tiers & un peu plus du poids qu'il lui falloit pour contre-balancer l'action de la colonne d'air qui ſe préſentoit à ce trou. Or, d'après cela, il n'eſt pas ſurprenant que l'air, en pénétrant dans le canal, ait pouſſé l'eau juſqu'à la hauteur de 55 ou 60 pieds, puiſqu'il falloit que l'air, qui eſt environ 800 fois moins denſe que l'eau, ſuppléât, par ſa hauteur dans le tuyau & par ſon poids, à celui qui manquoit à la colonne d'eau pour être en équilibre avec l'air extérieur. Nous pourrions nous diſpenſer d'obſerver que les dix pieds d'eau qui ſe

trouverent élevés dans le canal d'aſpiration, au-deſſous du trou, furent précipités & rendus au réſervoir.

Tel eſt le mécaniſme de l'aſcenſion de l'eau dans la pompe de Séville. M. l'Abbé *Nollet*, qui le ſaiſit le premier, imagina de répéter l'expérience d'une maniere moins embarraſſante; il prit un tube de verre de 4 pieds de longueur, fermé à une de ſes extrémités; il y pratiqua un trou à 9 pouces près de l'autre extrémité; il boucha enſuite ce trou avec de la cire, & il remplit le tube avec du mercure. Cela fait, il plongea l'extrémité ouverte du tube dans une cuvette qui contenoit également du mercure; la colonne de ce fluide ſe réduiſit alors à la hauteur de 27 à 28 pouces, & la partie ſupérieure du tube reſta vide. Ayant débouché l'orifice latéral, il vit la portion de la colonne de mercure, priſe au-deſſus de cette ouverture, ſe porter de bas en haut, & s'élever juſqu'au haut du tube.

On a vu, il y a quelques années, à Paris, chez un Bijoutier, place Dauphine, une pompe aſpirante encore plus ſurprenante que celle de Séville; elle jetoit l'eau, ſans interruption, à la hauteur de 55 pieds. Son canal d'aſpiration étoit percé d'un trou, comme dans la pompe de Séville; mais ce trou, plus petit, & prati-

qué à une hauteur moindre au-deſſus du réſervoir, reſtoit conſtamment ouvert.

L'air qui entroit impétueuſement par cet orifice, entre-coupoit l'eau à meſure qu'elle montoit dans le canal aſpirant; de ſorte qu'il ſe formoit dans ce canal, une colonne mixte compoſée alternativement de volumes d'eau & de volumes d'air, & par conſéquent aſſez légere pour être portée à la hauteur de 55 pieds, par l'air extérieur qui preſſoit ſur l'eau du réſervoir.

Il n'y a que fort peu de cas où l'on pourroit employer utilement l'une ou l'autre de ces deux pompes, parce qu'elles élevent d'autant moins d'eau dans un tems donné, qu'elles la portent à une plus grande hauteur; elles ſont donc plus curieuſes qu'utiles.

Quant au phénomène qu'elles préſentent, il ne déroge point à la loi de l'équilibre des fluides; il prouve que la preſſion de l'air, étant conſtante & déterminée, elle éleve les liqueurs plus ou moins haut, à raiſon de leur denſité.

TABLEAU

HISTORIQUE

DES PROPRIÉTÉS ET DES PHÉNOMÈNES

DE L'AIR.

SECONDE PARTIE.

Des différens Fluides que M. Prieſtley déſigne ſous le nom d'Air (1), *& M. Macquer ſous celui de Gas* (2), *avec une épithète propre à chacune de ces ſubſtances.*

PARACELSE & *van Helmont* avoient obſervé, dans pluſieurs analyſes & combinaiſons, le dégagement d'un fluide élaſtique. Le

(1) Expér. & Obſerv. ſur différentes eſpeces d'air.

(2) Dictionnaire de Chimie, ſeconde édition.

premier l'avoit nommé *ſpiritus ſilveſtre*, & l'autre *gas ſylveſtre*, eſprit des bois, eſprit ſauvage, pour le diſtinguer de l'air que nous reſpirons, & en même tems pour exprimer l'idée qu'ils avoient de cette émanation aériforme. C'étoit, ſuivant eux, une vapeur incoercible, qu'il n'étoit pas poſſible de raſſembler dans des vaiſſeaux, ni de réduire ſous une forme viſible.

Boyle vérifia ce que *van Helmont* avoit écrit ſur le gas (1); il remarqua, comme lui, qu'un grand nombre de corps naturels en fourniſſoient une prodigieuſe quantité par leur analyſe & dans leurs combinaiſons; il reconnut également une qualité meurtriere ou délétere dans le gas qui ſe dégage de toutes les matieres qui éprouvent le mouvement de fermentation; il obſerva que ce gas ne pouvoit ſervir à la reſpiration des animaux, & les faiſoit périr très-promptement; il apperçut que le ſoufre, le camphre, l'ambre, &c. diminuoient le volume de l'air où on les fait brûler; & en cela *Boyle* paroît être le premier qui ait fait connoître la deſtruction du reſſort de l'air commun, ou ſon abſorption dans l'acte de la combuſtion. Enfin le même Phyſicien a donné le nom d'*air*

(1) Tractatus de Flatibus.

factice ou artificiel, à toutes les eſpeces de fluides élaſtiques que *van Helmont* avoit déſignées ſous le nom de gas.

Les expériences de ce Chimiſte & celles de *Boyle*, ont acquis beaucoup de préciſion & de juſteſſe entre les mains de l'illuſtre *Hales* (1); car, il a déterminé avec exactitude la quantité de fluide élaſtique ou d'air qui ſe produiſoit ou s'abſorboit dans chacune de ſes expériences; il les a multipliées étonnament, & a diſtingué les opérations où l'air eſt produit, où l'air eſt abſorbé. Cet habile Phyſicien a même obſervé des différences ſenſibles entre les fluides qu'il a obtenus; il a vû que quelques-uns avoient la propriété de brûler avec flamme, & que d'autres, ſans être inflammables, ne pouvoient entretenir la reſpiration & la vie des animaux. Malgré cela, il n'a jamais regardé ces produits que comme de l'air qui étoit condenſé ou fixé dans les corps, & qui, en ſe dégageant, entraînoit avec lui diverſes émanations ou parcelles de ces mêmes corps, tant il étoit perſuadé qu'aucune ſubſtance, autre que l'air, ne pouvoit ſe montrer ſous les apparences de cet élément.

Pluſieurs Phyſiciens célebres ont vérifié &

(1) Statique des Végétaux. chap. 6.

multiplié les expériences de *Hales*, &, comme lui, ils ont appris que l'air entre en qualité de principe conſtituant dans la compoſition d'une infinité de corps, même des plus denſes & des plus ſolides ; que l'air, dans ſes combinaiſons, ne jouit ni de ſon expanſibilité, ni de ſon reſſort, ni d'aucune des autres propriétés qui dépendent de ſon agrégation, lorſqu'il eſt libre ; que cet air, dégagé des différens compoſés dont il fait partie, ſoit par l'analyſe au feu, ſoit par l'action des intermedes décompoſans, reprend, avec ſon état d'agrégé, ſon expanſibilité, ſon reſſort, & généralement toutes les propriétés qui le caractériſent dans cet état ; que l'air obtenu de cette maniere, n'eſt pas toujours reſpirable & propre à entretenir la combuſtion ; & quoique ce ſoit là une propriété diſtinctive de l'air commun, néanmoins la plupart des Phyſiciens modernes déſignent, ſous le nom d'air, toutes les eſpéces différentes de fluides qui ſe préſentent avec les apparences de l'air atmoſphérique, ſoit dans l'analyſe des corps, ſoit dans les combinaiſons diverſes qu'on leur fait éprouver ; mais, comme quelques-uns de ces fluides, ſont véritablement de l'air, tantôt très-pur, tantôt plus ou moins mêlé avec des matieres hétérogènes, tandis que d'autres ont tout à la

fois l'apparence extérieure de l'air reſpirable & des propriétés qui ne permettent point de les confondre avec ce dernier, cette conſidération leur a fait donner différentes épithètes qui ſervent à les diſtinguer, non-ſeulement de l'air commun, mais même les uns des autres. De-là, les dénomination d'*air fixe*, *d'air inflammable*, *d'air déphlogiſtiqué*, *d'air nitreux*, &c. dont nous nous ſervirons pour caractériſer autant de matieres aériformes. Nous ſuivrons en cela l'exemple de pluſieurs Phyſiciens célebres, & notamment de M. *Prieſtley*, aux travaux duquel nous devons la plus belle & la plus nombreuſe ſuite d'expériences qui aient été faites ſur ces différens fluides élaſtiques.

CHAPITRE I.

De l'Air fixe.

Le fluide, auquel on a cru devoir affecter le nom d'air fixe, paroît être le plus univerſellement répandu ; la nature le produit abondamment dans la plupart des mines & autres ſouterrains ; il y forme une atmoſphère plus ou moins étendue, & qui ne peut favoriſer

ni la combuſtion, ni la reſpiration; car, les lumieres s'éteignent dans cette atmoſphere, & les hommes, ainſi que les animaux, ne peuvent y être plongés ſans éprouver une malaiſe conſidérable, qui eſt bientôt ſuivi d'anxiétés cruelles & de la mort.

L'air fixe exiſte combiné à l'eau, dans les eaux minérales, que l'on appelle *ſpiritueuſes*, *gaſeuſes* ou *aérées*, il conſtitue les exhalaiſons meurtrieres des charbons allumés, ainſi que celles qui ſe dégagent des cuves en fermentation, & que l'on ſait être auſſi dangereuſes. Le même fluide ſe préſente dans l'analyſe d'un grand nombre de corps, & principalement dans celle des matieres végétales & animales. Les ſels alkalis, tant fixes que volatils, la craie, le marbre, & toutes les autres eſpeces de terre calcaires, produiſent également de l'air fixe; c'eſt par l'action du feu ou par l'intermede des acides, qu'on parvient à le dégager de ces différentes matieres; la craie en produit abondamment dans l'un & l'autre cas. Sa diſſolution par l'eſprit de vitriol, autrement dit l'acide vitriolique, eſt le moyen dont on ſe ſert communément pour ſe procurer de l'air fixe, lorſqu'on ſe propoſe d'étudier ou de faire connoître les propriétés de ce fluide aériforme.

On

On met deux onces de craie pulvériſée dans un flacon de criſtal qui contient environ une pinte, & qui, outre ſon goulot ordinaire, a une ſeconde ouverture dans ſa partie latérale ſupérieure ; on ferme la premiere avec un bouchon de liége, à travers lequel on a fait paſſer un tuyau de verre, une eſpece de ſiphon, dont la longueur & la courbure ſont telles que l'extrémité d'une de ſes jambes, qui eſt elle-même recourbée de bas en haut, peut ſe noyer dans une petite cuve pleine d'eau, & s'engager dans une échancrure pratiquée dans l'épaiſſeur d'une tablette qui eſt aſſujettie à deux pouces près du bord de la cuve & recouverte de quelques lignes d'eau ; cela fait, on remplit entiérement d'eau un autre flacon, & on l'établit enſuite ſur la tablette, ſon ouverture en bas. Comme l'eau de ce flacon communique alors avec celle de la cuve qui baigne une partie de ſon goulot, la preſſion que l'air de l'atmoſphère exerce à la ſurface de cette maſſe d'eau, ſoutient celle dont le flacon eſt plein. Les choſes étant diſpoſées de la maniere que nous venons de dire, & comme on peut le voir dans l'*Eſſai ſur les differentes eſpeces d'Air*, par M. *Sigaud de la Fond*, on verſe ſur la craie, que l'on a miſe au fond du premier flacon, & par le trou pratiqué vers ſon gou-

lot, environ quatre gros d'acide vitriolique, affoibli avec trois fois ſon volume d'eau ; on bouche auſſi-tôt le flacon avec de la cire molle ou du maſtic de vitrier ; la diſſolution de la craie par l'acide eſt accompagnée d'une vive efferveſcence qui annonce le dégagement de l'air fixe.

Ce fluide prend la place de l'air commun qui rempliſſoit le flacon, & qui s'échappe alors par le ſiphon ; quand on juge que cet air eſt ſorti, on amene le flacon plein d'eau au-deſſus de l'ouverture du ſiphon, en prenant garde que ſon goulot ne ſorte de l'eau : autrement celle qu'il contient s'en échapperoit, l'air y entreroit, & il faudroit le remplir de nouveau.

La diſſolution continuant à ſe faire, & l'air fixe à ſe dégager, celui-ci s'échappe rapidement par l'extrémité du ſiphon, & comme il eſt beaucoup plus léger que l'eau, il s'éleve ſous la forme de bulles, paſſe à travers l'eau du flacon, ſe raſſemble vers ſon fond, & en chaſſe l'eau à proportion. Pendant que ce flacon ſe remplit d'air fixe, on remplit d'eau un ſecond flacon pour le ſubſtituer au premier, lorſqu'il eſt plein de matiere aériforme ; on amene alors celui-ci dans la cuve, & on le bouche exactement, avant de le renverſer & de le retirer de l'eau ; on ſubſtitue un troiſiéme flacon

au ſecond, & même un quatriéme au troiſiéme, s'il eſt néceſſaire. Lorſqu'on veut obtenir une grande quantité d'air fixe, on agite, de momens à autres, le flacon dans lequel ſe fait le diſſolution de la craie par l'acide; de cette maniere, on donne plus de priſe à ce dernier; en ſecond lieu, on ajoute de l'acide ou de la craie, ſuivant qu'on le juge à propos.

L'air fixe eſt de même que l'air commun, un fluide inviſible, élaſtique, compreſſible, expanſible, d'une peſanteur ſpécifique infiniment moindre que celle d'aucune liqueur, même des plus légeres; mais, ſi l'air fixe ne differe de l'air commun par aucune de ces propriétés, ſi ſon agrégation eſt la même que celle de cette ſubſtance, il en differe à d'autres égards.

L'air fixe a une odeur & une ſaveur qui lui ſont propres, tandis que l'air ordinaire n'affecte communément ni l'organe de l'odorat, ni celui du goût.

L'air fixe a une peſanteur ſpécifique plus grande que celle de l'air commun, c'eſt-à-dire qu'un volume donné d'air fixe peſe davantage qu'un égal volume d'air commun. Pluſieurs Phyſiciens ont voulu déterminer le rapport de gravité ſpécifique de ces deux fluides; mais la plupart ont obſervé que l'air fixe varie

de denſité comme l'air de l'atmoſphère ; qu'il eſt plus ou moins peſant ſuivant la nature & l'état des ſubſtances dont on le retire, & les moyens différens dont on ſe ſert pour y parvenir. Nous avons, M. *de la Fond* & moi, remarqué la même choſe ; cependant l'air fixe, dégagé de la craie par l'intermede de l'acide vitriolique, qui eſt celui que nous ſoumettons le plus ſouvent à la balance, ſe trouve être preſque toujours des $\frac{1}{3}$ plus peſant que l'air commun, c'eſt-à-dire que ſi un volume déterminé de ce fluide peſe 30 grains, l'air fixe, pris ſous le même volume, en peſera 50.

Il y a pluſieurs moyens de comparer le poids de l'air fixe ou de tout autre fluide aériforme avec celui de l'air ordinaire ; mais voici le plus exact.

Prenez une bouteille ſphérique de criſtal, autrement dit un ballon, qui ait cinq à ſix pouces de diamètre, & qui ſoit garni d'une virole de cuivre maſtiquée à ſon col, ainſi que d'un robinet monté à vis ſur cette virole ; appliquez ce ballon à la machine pneumatique ; pompez l'air qu'il contient, & tenez compte des coups de piſton que vous donnerez pour cet effet : détachez le ballon, après avoir fermé ſon robinet, & adaptez enſuite à celui-ci un crochet qui porte à ſa baſe un petit

baſſin deſtiné à recevoir des grains ; peſez exactement le tout avec une balance exacte & ſenſible. Cela fait, tournez la clef du robinet pour laiſſer rentrer l'air dans le ballon, & peſez enſuite la quantité d'air qu'il contiendra.

Faites le vide une ſeconde fois dans le ballon, en donnant le même nombre de coups de piſton ; montez-le enſuite ſur un grand récipient qui ſera fermé ſupérieurement par un robinet, & qui contiendra l'eſpece de fluide aériforme dont vous voudrez connoître le poids. Les choſes étant ainſi diſpoſées, & l'eau de la cuve baignant alors les bords du récipient, tournez les clefs des robinets de maniere à faire communiquer la capacité vide du ballon avec celle du récipient ; le fluide contenu dans celui-ci, ſe portera alors dans le ballon ; tandis que l'eau de la cuve, preſſée par l'air environnant, s'élévera ſous le récipient, pour remplacer le fluide aériforme : ainſi le ballon recevra un volume de ce fluide égal à celui d'air commun dont le poids ſera connu ; il ne s'agira plus alors que de peſer le ballon pour avoir le poids du fluide qu'il contiendra, & par conſéquent ſon rapport de peſanteur ſpécifique avec l'air commun.

L'air fixe, indépendamment de ſon odeur, de ſa ſaveur, & de ſa peſanteur ſpécifique, plus

grande que celle de l'air ordinaire, a d'autres qualités qui ſervent à le diſtinguer plus particuliérement de ce fluide.

Il eſt méphitique ou délétere, c'eſt-à-dire qu'il ne peut entretenir la vie & la reſpiration des animaux. On connoît depuis long-tems, dit M. *de la Fond*, les funeſtes effets de cette vapeur aérienne qui s'éleve dans les celliers au-deſſus d'une cuve dans laquelle on fait fermenter la vendange ; on ſait qu'il eſt imprudent de s'expoſer à reſpirer cette vapeur, & que pluſieurs perſonnes en ont été ſuffoquées en différens tems ; on ſait qu'il arrive de ſemblables accidens dans les braſſeries, lorſqu'on y reſpire une vapeur analogue qui s'éleve dans la cuve où la matiere de la biere eſt en fermentation ; & en général on éprouve les mêmes accidens dans tous les endroits où on met fermenter en grandes maſſes des ſubſtances végétales (1).

On ſait que les hommes & les animaux, qui ſe trouvent dans une atmoſphère où il y a du charbon embrâſé ſans qu'il y ait un courant d'air, ne tardent pas à être ſuffoqués. Combien de perſonnes, par exemple, n'a-t-on pas

(1) M. *de la Fond*, Eſſai ſur les différentes eſpeces d'Air fixe, pag. 43 & 44.

vu périr dans les caves de Boulangers, où l'on avoit éteint des braiſes ? Qui ne ſait pas encore que les vapeurs qui s'élévent à dix pouces de hauteur dans la grotte du Chien en Italie, produiſent des convulſions dans les animaux qu'on mene dans cette grotte ? On les voit tirer la langue, les yeux égarés, ſe roidir & mourir ſans jeter aucun cri, dans l'eſpace de quelques minutes, à moins qu'on ne leur faſſe reſpirer de nouvel air, qu'on ne les plonge dans le lac d'Agnano, qu'on ne les arroſe avec de l'eau, ou qu'on ne les traîne ſur un gazon frais, comme l'a obſervé l'Abbé *Nollet*. Nous garderons le ſilence ſur pluſieurs autres circonſtances, dans leſquelles la qualité délétere de l'air fixe ſe manifeſte également ; mais d'une maniere moins ſenſible que dans l'expérience ſuivante.

Renfermez un animal, tel qu'un moineau, dans un bocal où il puiſſe ſe mouvoir librement ; préſentez, à l'ouverture de ce bocal, celle d'un autre vaiſſeau plein d'air fixe, dégagé de la craie ou de toute autre matiere effervescente ; inclinez enſuite ce vaiſſeau comme s'il contenoit une liqueur & que vous vouluſſiez la tranſvaſer ; l'air fixe coulera alors, quoique inviſiblement, d'un vaſe dans l'autre, & prendra, dans celui-ci, la place de l'air commun,

à raiſon de ſon excès de peſanteur ſur ce dernier ; car c'eſt la différence de gravité qui fait qu'une liqueur quelconque chaſſe l'air ordinaire d'un vaſe dans lequel on la verſe. Dès que l'oiſeau ſera plongé dans une atmoſphère d'air fixe, il s'agitera & cherchera à s'échapper ; vous le verrez étendre les aîles, ouvrir le bec plus que de coutume, & faire les plus grands efforts pour inſpirer. Au bout de quelques ſecondes, il trébuchera, tombera ſur le côté, & périra, ſi on ne le retire promptement de l'atmoſphère délétere.

On peut ſe ſervir, pour les expériences précédentes & les ſuivantes, de l'air fixe qui ſe dégage de toutes les ſubſtances qui ſubiſſent la fermentation vineuſe, ſpiritueuſe ou ardente, c'eſt-à-dire celles avec leſquelles on fait du vin, de la biere, du cidre, ou toute autre liqueur analogue. Dans les braſſeries, par exemple, il regne conſtamment une couche d'air fixe très-épaiſſe à la ſurface de la biere que l'on fait fermenter au fond d'une grande cuve ; cette atmoſphère d'air fixe, qui remplit la partie vide de la cuve, & qui s'éleve même de quelques pouces au-deſſus de ſes bords, quelque profonde qu'elle ſoit, ne ſe mêle preſque point avec l'air extérieur, à cauſe de ſon excès de peſanteur ſur celui-ci ; cette atmoſphère ſe trouve d'ailleurs continuellement renouvelée

par l'air fixe que fournit la biere. Si on ne veut pas faire ſes expériences à l'entrée de la cuve où cette liqueur fermente, il eſt un moyen ſimple & facile d'y faire ſa proviſion d'air fixe & de le tranſporter à quelque endroit & à quelque diſtance que ce ſoit ; il ne faut pour cela qu'avoir des cruches ordinaires de grès, ou des bouteilles de verre dont le goulot ſoit fort large ; on les plonge tour-à-tour dans l'atmoſphere d'air fixe qui émane de la biere, comme on les plongeroit dans l'eau d'un baſſin, ſi on vouloit puiſer de cette eau ; l'air commun qui remplit ces capacités, étant plus léger, eſt forcé de céder peu-à-peu la place à l'air fixe, de ſorte qu'au bout de quelques ſecondes, elles ſont pleines de ce fluide ; on bouche exactement ces vaſes avant de les retirer de la cuve ; on ſe ſert, pour cela, de bouchons de liége & de lut gras, ou de veſſie mouillée, que l'on applique enſuite ſur chaque bouchon. Cela fait, on peut tranſporter ces vaiſſeaux par-tout où on a beſoin de l'air fixe qu'ils contiennent.

Tous les animaux ne ſont pas affectés de la même façon par l'air fixe, & en général par tous les fluides aériformes non-reſpirables ; les oiſeaux y périſſent beaucoup plus promptement que les autres animaux, qui ne ſont point accoutumés, comme eux, à reſpirer un air très-pur.

Les quadrupedes, qui reſpirent habituellement un air inquiné de beaucoup d'exhalaiſons différentes, ſubſiſtent plus long-tems dans les fluides méphitiques, & ſur-tout dans l'air infecté par la vapeur du charbon : au reſte ce tems eſt plus ou moins long, ſuivant la force & la diſpoſition de l'animal. M. *Prieſtley*, qui nous a mis ſur la voie de faire ces obſervations, a remarqué que les jeunes animaux étoient moins ſuſceptibles d'être affectés par les différens fluides méphitiques que les vieux ; il a encore obſervé que les animaux, qui avoient réſiſté à la premiere impreſſion de ces fluides, pouvoient continuer d'y vivre pendant un tems aſſez long. Enfin le même Phyſicien a vu que les amphibies & les inſectes, qui reſpirent fort peu, & qui paſſent une partie de leur vie dans l'engourdiſſement, pouvoient reſter long-tems dans l'air fixe ou tout autre fluide méphitique, ſans en être fort affectés.

Ces obſervations, de M. *Prieſtley*, ont été confirmées par celles que MM. *Bergman*, *Sage*, *Bucquet* & pluſieurs autres, ont eu occaſion de faire, en ſoumettant un grand nombre d'animaux à l'action des fluides méphitiques.

Il y a lieu de croire que les hommes & les animaux périſſent dans ces fluides, faute de reſpiration, & de la même maniere que

s'ils étoient expoſés ſous le récipient de la machine pneumatique ; car dans l'un & dans l'autre cas, les animaux font des efforts violens pour inſpirer ; & ſi l'on conſidere l'état de leurs poumons après la mort, on voit qu'ils ſont gorgés de ſang, & malgré cela moins volumineux que ceux des animaux qui ont éprouvé un autre genre de mort. La ſeule différence qui ſe préſente entre les animaux qui périſſent dans le vide, & ceux qui ſont atteints par des fluides méphitiques, c'eſt que les premiers enflent beaucoup, parce que leur corps n'eſt plus preſſé par un fluide environnant, ce qui n'arrive pas aux animaux qui meurent plongés dans des fluides méphitiques.

Une autre induction, pour croire que les hommes & les animaux ne reſpirent pas l'air fixe & les autres fluides aériformes méphitiques, c'eſt que, pour ſecourir ceux qui en ſont affectés, ſouvent il ſuffit de les expoſer au contact de l'air de l'atmoſphère ; c'eſt lorſque les poumons ne ſont pas trop délabrés & qu'ils font encore leurs fonctions ; car, dans le cas où la circulation eſt très-lente & que la reſpiration ſe fait difficilement, on eſt obligé de recourir à des moyens plus puiſſans, mais dont l'énumération eſt étrangere à notre objet.

Quelques expériences du Docteur *Prieſt-*

ley (1), ſemblent prouver que l'air fixe n'eſt pas moins funeſte aux végétaux qu'aux animaux : un jet de menthe aquatique, placé dans l'atmoſphère d'une cuve de biere en fermentation, eſt mort au bout d'un jour : une roſe rouge y a pris une couleur de pourpre en vingt-quatre heures : une autre eſt devenue parfaitement blanche ; mais la couleur de la plupart des autres fleurs n'en a pas été altérée. L'air fixe n'étant point de l'air commun plus ou moins pur, & celui-ci étant néceſſaire à la végétation, comme nous l'avons prouvé ailleurs, il n'eſt point étonnant qu'elle ceſſe d'avoir lieu dans l'air fixe. L'altération qu'il fait éprouver à certaines fleurs auroit quelque choſe de plus ſurprenant, ſi on ne ſavoit que l'air fixe eſt un acide, & que le propre de tous les acides eſt d'altérer les couleurs végétales ; ſi on expoſe, par exemple, des roſes rouges à l'action de l'eſprit ſulfureux volatil, eſpece d'acide qui ſe dégage dans la combuſtion du ſoufre : elles ſeront entiérement décolorées par cet acide ; mais leur couleur renaîtra, ſi on les préſente enſuite aux vapeurs de l'alkali volatil fluor. Pluſieurs Amateurs nous ont aſſuré

(1) Expériences & Obſervations ſur différentes eſpeces d'Air.

que ce moyen leur avoit parfaitement réuſſi lorſqu'ils avoient voulu faire reparoître la couleur d'une roſe décolorée par l'air fixe ; dans l'un & dans l'autre cas, l'alkali volatil ſe combine avec l'acide, & lui fait perdre ſes propriétés : de-là la fleur doit reparoître ſous ſa couleur primitive.

L'air fixe ne peut entretenir la combuſtion d'aucun corps combuſtible, parce que cette faculté, de même que celle d'entretenir la vie des animaux, eſt propre & particuliere à l'air proprement dit, excluſivement à toute autre ſubſtance. Auſſi, non-ſeulement il n'eſt pas poſſible d'allumer dans l'air fixe aucun corps combuſtible qui ne fournit point d'air ; mais les corps les plus inflammables, allumés d'abord dans l'air, & plongés dans l'air fixe, s'y éteignent ſubitement, quelque vive que ſoit leur inflammation.

C'eſt ainſi que M. *Prieſtley* a vu une chandelle, un charbon, un morceau de bois rouge & embrâſé, s'éteindre dans l'atmoſphère d'air fixe d'une cuve de biere en fermentation ; mais ce qui l'a frappé davantage, c'eſt la propriété qu'a l'air fixe de s'unir à la fumée des corps enflammés qu'on y plonge, de la retenir, (ſans doute à cauſe de l'eau qu'elle contient & qui peut diſſoudre l'air fixe) & de l'empê-

cher de ſe répandre dans l'air commun environnant. En effet, cette fumée ſe diſtribue dans toute la couche du fluide aériforme, & elle la rend viſible ſous la forme d'un brouillard épais & blanchâtre, qui ſe diſtingue parfaitement de l'air environnant, parce que ce dernier conſerve toute ſa tranſparence. On voit cette fumée pénétrer inégalement dans la couche d'air fixe; où elle forme des appendices & des figures bizarres, comme des nuages; cependant elle ſe mêle inſenſiblement & très-également avec l'air fixe. Lorſqu'elle eſt parfaitement mêlée, la région de ce fluide paroît nette, uniforme, bien tranchée, & diſtincte de l'air ambiant, par une ſurface bien horizontale; mais, ſi on vient à l'agiter, alors elle forme des ondes, des vagues très-amuſantes, & quelquefois aſſez hautes pour franchir les bords de la cuve. C'eſt dans cette circonſtance que l'excès de la gravité ſpécifique de l'air fixe ſur celle de l'air commun, devient très-ſenſible; car, on voit alors le premier ſe répandre & tomber perpendiculairement juſqu'à terre, le long de la cuve.

On peut vérifier la plupart de ces phénomènes, en ſe ſervant de l'air fixe des efferveſcences ou de celui de la fermentation ſpiritueuſe, ſi on en a en réſerve.

Ayez deux vaſes cylindriques de criſtal, de 8 à 10 pouces de hauteur, & de 15 à 18 lignes de diamètre ; ayez de plus un fil de métal de 12 à 15 pouces de longueur, recourbé par en bas pour y implanter un bout de bougie, & tourné ſur lui-même vers le haut, pour qu'on puiſſe le tenir commodément à la main : allumez la bougie & portez-la ſucceſſivement dans l'un & dans l'autre vaſe ; elle y brûlera très-bien, & ſa lumiere ne perdra rien de ſa vivacité, parce que, l'orifice de ces vaſes étant en haut, l'air commun pourra y circuler librement.

Verſez de l'air fixe dans l'un de ces vaiſſeaux, & plongez-y enſuite la bougie ; elle s'éteindra dans ce fluide aériforme, auſſi complettement & auſſi ſubitement que ſi on la plongeoit dans l'eau ; mais, comme l'air fixe ne mouille point les corps que l'on met en contact avec lui, l'extinction ſe fera ſans aucun bruit ni frémiſſement, & la bougie pourra être rallumée auſſi-tôt dans l'air commun. Si, pendant qu'on la rallumera, vous verſez, dans le ſecond vaiſſeau, l'air fixe contenu dans le premier, & que vous introduiſiez enſuite la lumiere dans l'un & dans l'autre ; elle brûlera alors librement dans le premier, & elle s'éteindra dans le ſecond, parce que celui-ci ſe trouvera à ſon tour plein d'air fixe.

Ce fluide, à raiſon de ſon excès de peſanteur ſur l'air de l'atmoſphere, peut demeurer, pendant un certain tems, en contact avec ce dernier, ſans s'y mêler & s'y diſſiper ſenſiblement, ſur-tout ſi l'air fixe eſt contenu dans un vaſe très-étroit : on en aura la preuve, ſi on remplit de ce fluide un des vaſes de l'expérience précédente, & ſi l'on y plonge enſuite une lumiere ; elle ne s'y éteindra pas ſeulement une fois, mais cinq à ſix fois de ſuite ; cependant, comme l'air de l'atmoſphère ſe mêlera peu à peu avec l'air fixe, il faudra chaque fois enfoncer la bougie plus avant.

Lorſqu'on ſe ſert, dans cette expérience, d'une bougie dont la mêche eſt longue & charbonneuſe, on peut, après quelques extinctions, donner aux aſſiſtans un ſpectacle aſſez ſingulier. La bougie n'a pas plutôt atteint la ſurface de l'air fixe, que ſa flamme ſe détache de ſon lumignon ; cependant celui-ci reſte rouge & fumant, parce que l'air fixe qui l'environne alors eſt déjà mêlé d'air commun. La fumée de ce lumignon n'étant autre choſe qu'une huile eſſentielle très-exaltée, elle continue de brûler avec flamme, mais ſeulement à la ſurface de l'air fixe, en ſorte qu'en plongeant davantage la bougie, ſa flamme peut être ſéparée de ſa mêche par un intervalle aſſez conſidérable

conſidérable ; & ſi alors on fait remonter la bougie dans la direction de ſa fumée, dès que la mêche parvient à la ſurface de l'air fixe, elle reprend ſa flamme ; elles ſe rejoignent l'une à l'autre, & la bougie continue à brûler dans l'air ordinaire comme avant l'expérience.

L'air fixe a la propriété de ſe combiner avec l'eau ou d'être abſorbé par ce liquide en plus grande quantité que l'air pur ; car celui-ci, tenu naturellement en diſſolution par l'eau, s'eſt préſenté ſous le volume d'un pouce cubique, dans l'analyſe que le Docteur *Hales* a faite de 54 pouces cubiques d'eau de puits, au lieu que l'air fixe, ſuivant M. *Cavendish*, peut ſe mêler à l'eau en volume plus qu'égal, la température de l'eau étant à 55 degrés de l'échelle de *Farenheit* ; il prétend même que le volume d'air fixe, abſorbé par l'eau, eſt d'autant plus grand qu'elle eſt plus froide & plus comprimée par le poids de l'atmoſphère ; nous en ſaurons la raiſon dans un inſtant.

Voici une expérience qui ne laiſſe aucun doute, tant ſur la diſſolubilité de l'air fixe dans l'eau, que ſur l'inſolubilité de l'air commun dans le même liquide, lorſqu'il en eſt ſaturé.

On prend deux vaſes en criſtal, l'un cylindrique, d'un pouce ou environ de diamètre, de 15 à 18 pouces de hauteur, & un

meſure recouvrant alors l'orifice de l'entonnoir, on plonge, dans l'eau de la cuve, le flacon qui contient l'air fixe; on le débouche, en le tenant dans une ſituation renverſée, & après avoir engagé ſon col dans l'entonnoir, on l'incline autant qu'il eſt néceſſaire pour que l'air fixe s'éleve en bulles & vienne remplir le petit vaſe qui eſt au-deſſus de l'entonnoir. Cela fait, on amene ce vaſe dans l'eau de la cuve; on met à ſa place le grand vaſe qui eſt plein d'eau, & enfin on fait paſſer dans celui-ci l'air fixe qui eſt contenu dans le premier; on voit alors l'eau deſcendre dans le grand vaſe & s'arrêter en deçà de la premiere diviſion; il s'en faut même de beaucoup qu'elle y parvienne: ce qui prouve que le volume d'air fixe employé a été abſorbé en partie par la colonne d'eau à travers laquelle on l'a fait monter. Ce n'eſt pas tout, ſi on agite, pendant une minute ou environ, le vaiſſeau dans lequel l'air fixe & l'eau ſont en contact, après l'avoir toutefois plongé en partie dans la cuve, on trouve enſuite une plus grande diminution dans le volume d'air fixe; car l'eau, dans ce cas, eſt remontée & parvenue à une petite diſtance de la voûte du vaiſſeau.

L'aſcenſion de l'eau dans ce vaſe, ne permet point de douter qu'il ne ſe ſoit fait un vide

dans ſa partie ſupérieure, & par conſéquent que l'air fixe n'ait été abſorbé ; pour la plus grande partie, par l'eau avec laquelle on l'a battu ; on peut d'ailleurs s'aſſurer de l'exiſtence de ce vide, par une expérience très-facile à faire.

Rempliſſez d'eau un petit vaiſſeau cylindrique, en le plongeant dans la cuve ; poſez-le l'orifice en bas, ſur la tablette & au-deſſus de l'entonnoir ; faites paſſer enſuite, dans ce vaiſſeau, autant d'air fixe qu'il en faudra pour faire baiſſer l'eau de moitié. Cela fait, deſcendez ce vaiſſeau dans la cuve, & appliquez la paume de la main contre ſon orifice ; retirez-le de l'eau dans cet état & agitez-le fortement. Dès les premières agitations, vous ſentirez votre main adhérer avec les bords du vaſe, & bientôt après cette adhérence ſurmontera le poids du vaiſſeau, c'eſt à-dire que vous pourrez alors l'abandonner ſans craindre qu'il ſe détache de votre main ; vous éprouverez en même tems, dans la portion charnue de la main correſpondante à l'orifice du vaiſſeau, un ſentiment de tenſion proportionné à l'expanſion de l'air & des vaiſſeaux renfermés dans cette partie de votre main, qui ſera alors tuméfiée, & qui excédera intérieurement les bords du vaſe. Or, en reconnoiſſant ici le double effet de la ventouſe

dont nous avons parlé précédemment, il faut néceſſairement admettre l'exiſtence du vide dans un vaiſſeau où l'air fixe & l'eau ont été battus enſemble, ſans aucune communication avec l'air ou avec tout autre fluide environnant; on doit également convenir qu'il ſe feroit un vide dans la partie ſupérieure du vaſe de l'expérience précédente, ſi l'eau de la cuve, dans laquelle il eſt plongé, ne montoit dans ce vaſe par la preſſion de l'air extérieur; par conſéquent on peut conclure, de cette expérience comme de celle qui la ſuit, que l'air fixe a la propriété de ſe combiner avec l'eau.

Il ſuffiroit, pour faire abſorber à l'eau autant d'air fixe qu'elle en peut diſſoudre, de mettre ces deux ſubſtances en contact l'une avec l'autre, & de les y laiſſer juſqu'à ce que l'eau ne fît plus diminuer l'air fixe, la quantité de celui-ci étant plus que ſuffiſante pour la ſaturation; mais l'agitation, en multipliant les contacts, accélere beaucoup la combinaiſon. Tout conſiſte donc, pour parvenir au but de cette opération, premiérement à procurer à l'eau une quantité ſuffiſante d'air fixe; ſecondement à battre fortement enſemble l'air & l'eau dans un même vaſe: ce double objet eſt facile à remplir, au moyen d'un grand flacon de criſtal plein d'eau, dans lequel on introduit l'air

fixe, après l'avoir préalablement renverſé ſur la la planchette de la cuve. L'air fixe occupant les deux tiers ou environ de la capacité de ce vaiſſeau ; on amene celui-ci dans l'eau de la cuve, & on le bouche exactement, par le moyen d'un bouchon de criſtal uſé à l'émeril, après quoi on le tranſporte hors de la cuve pour l'agiter enſuite. Il ſuffit de battre ainſi l'eau avec l'air fixe pendant 4 à 5 minutes ; car, au bout de ce tems, la combinaiſon eſt achevée, l'eau eſt autant imprégnée d'air qu'elle puiſſe l'être.

Quand on ſe ſert, pour cette opération, d'un vaſe dont l'orifice eſt ouvert & plongé dans une maſſe d'eau, on voit alors ce liquide monter progreſſivement dans le vaſe pendant la combinaiſon ; mais on ne le voit jamais parvenir juſqu'au haut, il reſte toujours dans cette partie du vaiſſeau une certaine quantité de matiere aériforme que l'eau refuſe d'abſorber, quoiqu'elle ſoit encore bien éloignée d'être ſaturée d'air fixe, comme on peut s'en convaincre en faiſant monter dans le vaſe une nouvelle quantité de ce fluide, dont la plus grande partie eſt ſur le champ abſorbée par l'eau.

M. *Cavendish* paroît être le premier qui ait obſervé cette eſpece de décompoſition qu'éprouve l'air fixe, particuliérement celui

des ſubſtances calcaires & alkalines, lorſqu'il eſt expoſé à l'action de l'eau. Ce Phyſicien prétend que le réſidu ou la portion de fluide aériforme que l'eau ne diſſout point, fait environ $\frac{2}{10}$ ou $\frac{1}{10}$ au plus de la quantité d'air fixe employée pour la ſaturation. Quoi qu'il en ſoit, le Docteur *Prieſtley* a remarqué que ce réſidu faiſoit efferveſcence avec l'air nitreux, dont nous parlerons dans la ſuite; qu'il pouvoit ſervir à la reſpiration des animaux; mais que les corps enflammés s'éteignoient dans cette ſubſtance aériforme, à laquelle il a cru devoir donner le nom d'*air phlogiſtiqué*. La plupart des Phyſiciens ont adopté cette dénomination, après avoir reconnu, au réſidu de l'air fixe, les propriétés dont nous venons de parler, & qui ne permettent point de douter qu'il ne ſoit de l'air proprement dit, altéré juſqu'à un certain point par ſa combinaiſon avec un principe étranger, que l'on ſoupçonne être le phlogiſtique.

Lorſque l'eau a été ainſi bien imprégnée d'air fixe, elle eſt, dit M. *Macquer*, ce que l'on nomme *eau gaſeuſe* ou *aérée*; ſa ſaveur eſt piquante, aigrelette & comme ſpiritueuſe; elle pétille quand on la tranſvaſe, forme beaucoup de bulles & de petits jets; & enfin ſi on l'agite ou qu'on la laiſſe expoſée à l'air dans

des vaiſſeaux ouverts pendant un certain tems, elle perd tout le gas dont elle étoit imprégnée, & redevient telle qu'elle étoit auparavant.

« On ne peut douter, ajoute plus bas le » même Chimiſte, qu'il n'y ait une combi- » naiſon, une union réelle du gas avec l'eau, » puiſque ce gas perd ſa forme d'air élaſti- » que pour prendre, avec l'eau, celle de li- » queur non élaſtique, puiſqu'il eſt abſorbé » par l'eau & diminué conſidérablement » de volume, & que même la peſanteur » ſpécifique de l'eau eſt augmentée. Par » une expérience qui a été vérifiée avec beau- » coup de préciſion, & conſtatée par M. » *Lavoiſier*, il a trouvé que la peſanteur de » l'eau gaſeuſe eſt à celle de l'eau diſtillée, » comme 1000332 eſt à 1000000; ce n'eſt » donc point ici un ſimple mélange, une ſimple » interpoſition des parties du gas avec celles » de l'eau, & il y adhérence réelle entre les » parties intégrantes de ces deux ſubſtances; » mais cette combinaiſon eſt très-légere & » très-foible, puiſque quelques ſecouſſes, une » foible chaleur, & même la ſeule expoſition » à l'air, ſuffiſent pour dégager le gas & le » ſéparer d'avec l'eau, une obſervation qu'il » eſt bon de faire, c'eſt que, quoique l'air

» fixe faſſe mourir en un inſtant les animaux » qui le reſpirent, on peut boire de l'eau qui » en eſt toute remplie, ſans aucun danger, » ſans en reſſentir même la moindre incom- » modité, & qu'au contraire, elle eſt ſalu- » taire & propre à guérir pluſieurs maladies » (comme nous le verrons bientôt); cela » prouve bien que ce n'eſt pas par aucune » qualité cauſtique ou corroſive particuliere » que ce gas tue les animaux ſi ſubitement; » mais plutôt parce que n'étant pas de l'air, » il ne peut tenir lieu de ce fluide, le ſeul » qui ſoit propre à la reſpiration, ainſi qu'à » la combuſtion ».

L'air fixe eſt tenu naturellement en diſſolution dans pluſieurs eaux minérales fort recommandées en Médecine, telles que les eaux de *Pougues*, de *Seltz* ou *Selters*, de *Pyrmont*, de *Spa*, de *Buſſang*, &c. qui ſe diſtinguent des autres eſpeces d'eaux minérales par leur ſaveur piquante, qui leur a fait donner le nom d'eaux acidules, ainſi que par d'autres propriétés, qu'elles doivent pour la plupart à l'air fixe dont elles ſe trouvent naturellement imprégnées. On remarque, à la ſource de celles qui en contiennent abondamment, une véritable *moffette* ou vapeur pernicieuſe, tout-à-fait ſemblable par ſes effets à celle de la fameuſe grotte du chien; c'eſt

ce qu'on obſerve aux eaux de *Pyrmont*, & à celles de *Gabian* auprès de Béziers; on ne peut douter que cette atmoſphère délétere ne provienne de ces eaux elles-mêmes; car, près de leur ſource, on entend une eſpece de frémiſſement, un petit bruit qui vient des gouttes d'eau que le fluide élaſtique fait jaillir en pétillant; ces bulles & ces jets ne ſont jamais plus ſenſibles que lorſqu'on agite l'eau & qu'on la tranſvaſe; d'ailleurs ces eaux enfermées dans des bouteilles bien bouchées, les caſſent quelquefois ou font ſauter les bouchons, comme les vins ou cidres les plus mouſſeux, qui ne doivent eux-mêmes cette propriété qu'à l'air fixe qu'on y retient, par l'exacte obturation des vaiſſeaux dans leſquels ces liqueurs achevent de fermenter; ces eaux minérales enivrent quand on les boit à verre rapprochés; & ſi on les mêle dans du vin ordinaire, elles lui donnent le goût vif & piquant du vin de Champagne, ce que fait également l'eau que l'on a imprégnée d'air fixe, & mieux encore ce fluide employé ſolitairement; c'eſt auſſi le moyen de donner de la force à la biere, quand elle l'a perdue. Enfin les eaux minérales acidules perdent facilement par la ſecouſſe, par le tranſport, par la ſimple expoſition à l'air, & par une douce chaleur, tout ce qu'elles ont de volatil ou de

ſpiritueux, & en même tems toutes les propriétés dont on vient de parler, leur ſaveur piquante ſur-tout devient platte & fade.

Le Docteur *Seyp* de *Pyrmont* paroît être le premier qui ait ſoupçonné l'exiſtence de l'air fixe dans les eaux minérales acidules. Dans un Mémoire, communiqué en 1736 à la Société royale de Londres, ce Médecin conſidere le principe volatil des eaux de Pyrmont, comme étant de même nature que l'émanation méphitique de la grotte du chien & d'autres lieux ſouterrains ; il lui donne, par cette raiſon, le nom de *mephitis* ; mais ce fluide, permanamment élaſtique, n'eſt autre choſe, ſuivant lui, qu'une vapeur *ſulphureo-ſpiritueuſe*.

Le Docteur *Brownrigg* approche davantage de la vérité, lorſqu'il dit (1) qu'une connoiſſance plus approfondie des airs mal-faiſans des mines, peut conduire à la découverte de ce principe ſubtil des eaux minérales, & qu'on appelle leur eſprit ; que les exhalaiſons méphitiques ſont un fluide d'une élaſticité permanente ; qu'il ſe croit fondé à conclure, de pluſieurs expériences, que ce fluide entre dans la compoſition des eaux de Pyrmont, de *Spa*, &c. Enfin, que c'eſt ce fluide qui donne à ces

(1) Tranſactions philoſophiques, vol. LV.

eaux, ce goût piquant qui les fait nommer acidules, auſſi bien que ce principe volatil qui conſtitue leur vertu.

La préſence de l'air fixe dans les eaux de cette eſpece, a été démontrée d'une maniere inconteſtable, par M. *Venel* (1), autrefois Profeſſeur de Chimie en l'Univerſité de Montpellier. Ce Chimiſte ayant pris, pour ſujet de ſes expériences, les eaux de *Selters* ou de *Seltz*, a reconnu que l'air étoit non-ſeulement tenu en diſſolution par ces eaux; mais que, dans cet état de combinaiſon, il étoit le principe auquel elles devoient toutes les propriétés qui les caractériſent. M. *Venel* s'eſt ſervi, pour dégager cet air, de pluſieurs moyens différens, tels que l'agitation, la ſecouſſe, la machine pneumatique, la chaleur; il eſt parvenu à recueillir ce fluide; il en a meſuré la quantité dans tous les cas, & le réſultat a toujours été le même. M. *Venel* s'eſt aſſuré, par-là, que l'eau de *Seltz* contient un cinquiéme de ſon volume de matiere aériforme, qui ne peut être autre choſe que de l'air fixé, comme nous l'avons obſervé précédemment; cepen-

(1) Mémoires lus, en 1750, à l'Académie royale des Sciences, & imprimés dans le ſecond volume des Mémoires préſentés par les Savans étrangers.

dant, persuadé que rien autre chose que l'air, ne pouvoit se présenter avec les apparences de cette substance, M. *Venel* a toujours supposé que le fluide élastique, contenu dans les eaux minérales acidules, étoit le même que l'air de l'atmosphere.

Lorsque l'eau de Seltz a été dépouillée de son air, par quelque moyen que ce soit, elle n'a plus aucune des propriétés qui la constituoient acidule; aulieu du goût piquant qu'elle faisoit sentir, elle n'a plus qu'une saveur platte & vapide; elle n'est plus pétillante, elle ne mousse plus. En un mot, ce n'est plus qu'une eau ordinaire, que M. *Venel* a reconnue néanmoins contenir un peu de sel marin.

L'analyse de l'eau de *Seltz* ayant appris à M. *Venel* que cette eau devoit à l'air ses propriétés particulieres, ce Chimiste a essayé de combiner de l'air avec de l'eau ordinaire, de faire une eau aérée, semblable à celle qu'il venoit d'analyser. Pour cela, il a introduit, dans une pinte d'eau, deux gros de sel de soude, & autant d'acide marin, après s'être assuré que cette proportion étoit celle nécessaire pour la parfaite saturation, & celle en même tems qu'on observe dans les eaux de Seltz; il a eu soin de faire la combinaison dans un vase à col étroit, même d'employer la suffocation,

en diſpoſant les matieres de façon qu'elles ne puſſent communiquer enſemble qu'après que la bouteille étoit exactement bouchée ; il eſt parvenu par ce moyen à compoſer une eau, non-ſeulement analogue à celle de Seltz, mais même beaucoup plus chargée d'air : on a vu, en effet, que l'eau naturelle ne contenoit que le cinquiéme ou environ de ſon volume d'air ; tandis que M. *Venel* eſt parvenu à en introduire près de moitié dans ſon eau factice.

Hoffman ayant obſervé que les eaux de *Troplitz* & de *Piperine*, en Allemagne, ainſi que beaucoup d'autres qui ſont ſpiritueuſes ou acidules, ne contiennent abſolument rien de ſalin, il eſt évident que ces eaux ne ſont point devenues gâtées par les moyens employés par M. *Venel*. Mais, quoique ſon procédé, dans bien des cas, ne ſoit pas celui de la nature, il mérite néanmoins toute notre reconnoiſſance.

Le travail de M. *Venel* prouvant, avec la derniere évidence, que les eaux minérales, acidules ou ſpiritueuſes, ne doivent la plupart de leurs propriétés qu'à de l'air fixe combiné & dans un état de diſſolution, on peut, par un moyen plus ſimple que celui de ce Chimiſte, parvenir à imiter parfaitement ces ſortes d'eaux. Il s'agit d'abord de connoître, par l'analyſe, la quantité d'air fixe dont elles ſont impré-

gnées, ainſi que la nature des autres principes qu'elles tiennent en diſſolution, & les proportions ſuivant leſquelles ils ſont entrés en combinaiſon dans ces eaux. Cette connoiſſance une fois acquiſe, on imprégnera d'air fixe, de l'eau ordinaire ou mieux de l'eau diſtillée, en ſuivant la méthode que nous avons indiquée précédemment, & en obſervant de ne lui en faire abſorber qu'une quantité égale à celle que contiendra l'eau minérale qu'on aura deſſein d'imiter; on lui donnera enſuite à diſſoudre les autres ſubſtances dont cette eau minérale ſera naturellement chargée, en ne s'écartant point encore ici des proportions indiquées par l'analyſe: cela fait, on aura une eau minérale factice, pourvue des mêmes propriétés que l'eſpece d'eau minérale qu'on s'étoit propoſé d'imiter.

Ce travail, bien digne de l'attention des Médecins, épargneroit ſouvent les fatigues & les dépenſes d'un long voyage à ceux que leurs infirmités obligent de ſe tranſporter à des diſtances immenſes, pour ſe procurer les ſecours dont ils ont beſoin; il préſenteroit à ceux qui ſe trouvent dans l'impoſſibilité d'aller boire les eaux minérales acidules à leur ſource, des eaux de la même eſpece préférables à celles qu'on peut en faire venir, ſouvent détériorées dans le tranſport,

tranſport, quelques fois dénaturées par le tems, elles n'ont plus la même vertu; celles qu'on fabriqueroit ſur le champ & à proportion de la conſommation, produiroient des effets plus prompts & plus actifs. Il y a plus, ces eaux minérales factices pourroient acquérir, entre les mains de celui qui les fabriqueroit, beaucoup plus d'énergie; il eſt prouvé, par l'analyſe des eaux minérales aérées naturelles, qu'elles ne contiennent qu'un cinquiéme ou un quart, tout au plus, de leur volume d'air fixe. Or, l'expérience démontre qu'une maſſe donnée d'eau peut abſorber plus que ſon volume d'air fixe; & nous verrons bientôt que, l'eau imprégnée de cette eſpece de fluide aériforme, a la propriété de diſſoudre le fer, qu'elle devient chalibée ou ferrugineuſe, & peut, par cette raiſon, remplir les mêmes indications que les eaux minérales naturellement chargées d'air fixe & de fer, telles que les eaux de *Forges*, celles de *Paſſy*, proche Paris, &c. Ainſi, l'on pourroit non-ſeulement ſe procurer une eau ſimplement aérée, ou encore une eau qui tiendroit en diſſolution l'eſpece de ſel qui réſulte de l'union de l'air fixe avec la terre du fer, & auquel le nom de craie de fer convient aſſez; mais, l'une ou l'autre eſpece d'eau minérale factice, pourroit contenir une quan-

tité d'air fixe ou de craie de fer plus considérable que celle que la nature emploie dans la préparation des eaux minérales de la même espece, & par conséquent avoir une action plus prompte & plus marquée dans l'économie animale.

La préparation des eaux minérales aciduler & ferrugineuses auroit un autre avantage, ce seroit de les rendre appropriées aux indications qu'on voudroit remplir, en ne faisant entrer en combinaison, dans ces eaux, que les substances qui pourroient les rendre propres à telle ou telle espece de maladies; par ce moyen, on se mettroit en garde contre les inconvéniens qu'occasionne souvent la multiplicité des principes, dans les eaux minérales médicinales. Nous ne pouvons donc trop engager ceux qui s'occupent de l'art de guérir à prescrire l'usage des eaux minérales factices, & à n'indiquer les naturelles qu'à ceux de leurs malades qui sont en état de les aller prendre à la source.

Nous devons à M. *Lane*, la découverte d'une propriété que l'on reconnoît à l'eau imprégnée d'air fixe; c'est celle qu'elle a de dissoudre le fer & d'acquérir, par son moyen, une odeur & une saveur vineuse, & toutes les autres propriétés qui caractérisent les eaux minérales

chalibées ou ferrées, c'eſt-à-dire celles dans leſquelles le fer eſt combiné avec l'air fixe. Ainſi, de l'eau ſaturée de ce fluide aériforme, qu'on laiſſe repoſer pendant quelque tems ſur du fer réduit en limaille, devient chalibée & de l'eſpece la plus douce & la plus agréable. Il en arrive de même lorſqu'elle ſéjourne ſur quelques mines de fer, ainſi que M. *Rouelle* l'a obſervé (1); il eſt probable que ce dernier moyen eſt celui que la nature emploie le plus communément pour la préparation des eaux ferrugineuſes, attendu que le fer, dans le ſein de la terre, ſe trouve rarement pourvu de phlogiſtique ou dans l'état métallique.

Le fer ſe manifeſte, dans les eaux minérales factices, ainſi que dans les naturelles, par la noix de galle, qui occaſionne toujours une teinte de noir proportionnée à la quantité de fer qu'elles contiennent; on peut l'employer indifféremment en poudre ou en infuſion.

Les eaux chalibées, ſoit naturelles, ſoit artificielles, abandonnent le fer qu'elles tiennent en diſſolution lorſqu'elles demeurent quelque tems expoſées au contact de l'air, & elles le dépoſent d'autant plus promptement que la

(1) M. *Lavoiſier*, Opuſcules phyſiques & chimiques. tom. I. pag. 156.

température de l'atmoſphère eſt plus chaude; la raiſon en eſt que l'air fixé, par le moyen duquel le fer eſt diſſous & ſuſpendu dans ces eaux, s'en échappe dans cette circonſtance, à cauſe de ſa grande volatilité.

Le fer n'eſt pas la ſeule ſubſtance que l'air fixe peut rendre diſſoluble dans l'eau. Ce fluide a le même pouvoir ſur la terre calcaire & ſur la magnéſie, ſi abondantes dans les eaux minérales gaſeuſes ou aérées de pluſieurs ſources. M. *Cavendish*, à qui nous ſommes redevables de cette obſervation, a auſſi découvert que l'air fixe, après avoir précipité l'eau de chaux, a la ſinguliere propriété de rediſſoudre le précipité qu'il a formé (1).

L'eau de chaux n'eſt autre choſe que de l'eau dans laquelle on a éteint de la pierre à chaux, c'eſt-à-dire de la terre calcaire dépouillée de ſon air fixe, & calcinée par un feu violent & longtems continué. Cette eau tient en diſſolution parfaite, une plus ou moins grande quantité de pierre ou de terre de chaux; elle en a les propriétés, telles que la ſaveur & la cauſticité; mais elle les perd dès que cette terre s'en ſépare, & c'eſt ce qui arrive toutes les fois qu'on introduit, dans cette eau, de

(1) Tranſact. philoſoph. années 1766 & 1767.

l'air fixe ; ou qu'on y mêle de l'eau imprégnée de ce fluide aériforme ; on voit auſſi-tôt l'eau de chaux ſe troubler ; elle devient louche & laiteuſe, & laiſſe dépoſer ſous la forme d'une poudre blanche, toute la terre de chaux qu'elle tenoit en diſſolution. Dès-lors, ſi l'on a ajouté la quantité d'air fixe qui convient pour la ſaturation reſpective des deux ſubſtances, car l'air fixe s'unit ici avec la chaux ; l'eau, dans laquelle cette terre étoit tenue en diſſolution, a perdu toute ſa ſaveur & ſa cauſticité, ce n'eſt plus de l'eau de chaux ; ce n'eſt pas non plus de l'eau acidule, parce que tout l'air fixe s'eſt combiné avec la chaux, qui préſente alors les mêmes propriétés que la terre calcaire non calcinée, c'eſt-à-dire que cette chaux, ainſi ſaturée d'air fixe, eſt inſipide, indiſſoluble dans l'eau, & de plus ſuſceptible de s'unir, de faire effervescence avec les acides, & de reprendre les qualités de chaux-vive par une nouvelle calcination.

Or, l'air fixe, après avoir précipité en terre calcaire la chaux tenue en diſſolution par l'eau, en devient lui-même le diſſolvant, ſi la quantité ajoutée de ce fluide eſt plus que ſuffiſante pour la ſaturation ou la converſion de la chaux en terre calcaire, c'eſt-à-dire que l'air fixe ſurabondant étant abſorbé par l'eau dans laquelle

la chaux étoit dissoute, cette eau peut alors redissoudre le précipité calcaire qui la rend trouble, & reprendre ainsi sa premiere transparence.

Il peut paroître extraordinaire que l'air fixe ait la double propriété de décomposer l'eau de chaux & de redissoudre le précipité auquel il a donné lieu ; mais le fait est inconteſtable ; ce phénomène est d'ailleurs analogue à d'autres faits chimiques bien connus ; car, plusieurs des précipités, formés par l'addition des alkalis aux solutions des métaux dans les acides, peuvent être redissous par une nouvelle addition de l'alkali précipitant.

L'air fixe paroît jouir également d'une affinité très-grande avec les substances salines alkalines ; il s'unit promptement aux alkalis fixes & volatils caustiques, c'est-à-dire ceux qui sont dans le même cas que la chaux parfaitement calcinée, ayant été dépouillés de tout l'air fixe qui leur étoit uni, soit par une longue calcination, soit par le moyen de la chaux-vive elle-même ; car l'air fixe a plus d'affinité avec cette terre qu'avec les alkalis fixes & volatils. L'air fixe, en s'unissant à ces substances rendues caustiques, diminue leur saveur ardente & leur grande dissolubilité ; il les rend douces, cristallisables & effervescentes ; car la propriété de faire effervescence avec les acides, n'appartient point aux alkalis purs, comme on l'a tou-

jours penſé, mais aux ſels neutres, & elle eſt toujours produite par le dégagement d'un fluide élaſtique quelconque : ainſi le ſel marin fait une vive effervescence avec l'huile de vitriol, parce que ce ſel neutre, en ſe décompoſant, laiſſe échapper ſon acide dans l'état aériforme, de même que la craie & les alkalis fixes & volatils non cauſtiques abandonnent l'air fixe qu'ils contiennent, en s'uniſſant avec efferveſcence à l'huile de vitriol ou toute autre eſpèce d'acide.

L'air fixe altere, d'une maniere ſenſible, pluſieurs teintures bleues & violettes végétales, ſoit qu'on l'emploie ſeul ou déjà combiné avec l'eau ; il ſe comporte, avec ces liqueurs colorées, comme tous les acides connus, c'eſt-dire qu'il fait diſparoître la couleur, ſous laquelle elles ſe préſentent naturellement, en les faiſant reparoître ſous une autre, qui eſt la couleur rouge. Les teintures de mauves & de tournesol, ſont celles ſur leſquelles l'air fixe paroît avoir le plus d'action.

Ce fluide enfin, qui differe de l'air proprement dit, par toutes les propriétés que nous venons de lui aſſigner, & qui ſe rapproche en cela de tous les acides connus, n'eſt effectivement lui-même qu'un acide particulier, un acide *ſui generis*, diſtingué de tous les autres par des propriétés qui le caractériſent ; c'eſt

une vérité d'expérience & d'obſervation, qui n'eſt plus aujourd'hui attaquée que par un très-petit nombre de Phyſiciens.

Le caractere acide de l'air fixe, joint à ſa grande volatilité ou à ſon état aériforme, fait que ce fluide jouit d'une qualité bien précieuſe pour l'humanité ſouffrante; il eſt anti-putride ou anti-ſeptique, & il nous fournit par conſéquent un remede efficace dans les maladies putrides qui paroiſſent provenir de l'alkalefcence des humeurs; & dans leſquelles on emploie, depuis long-tems, avec avantage, les eaux minérales gaſeuſes ou aérées. Pour aſſurer à l'air fixe cette derniere propriété, nous pourrions raſſembler ici une ſuite d'obſervations ſur les bons effets que l'on a vu produire à l'air fixe, lorſqu'on l'a adminiſtré comme remede dans pluſieurs maladies putrides, telles que les fiévres malignes ou inflammatoires, l'ulcération des poumons, le cancer, le ſcorbut, & autres maladies des gens de mer, qu'on regarde comme tendant plus ou moins à la putridité; mais, comme ces obſervations ſont étrangeres à notre objet, qui eſt d'aſſigner ſeulement les caracteres qui diſtinguent l'air fixe de l'air proprement dit, nous nous contenterons d'indiquer une expérience du célebre *Macbride*, par laquelle ce

Phyſicien & pluſieurs autres ont reconnu le pouvoir anti-ſeptique de l'air fixe.

Si l'on renferme, dans une atmoſphère de ce fluide, des matieres animales, telles que des chairs corrompues ou putréfiées, ce fluide n'étant point de l'air, mais un acide volatil, & par conſéquent très-pénétrant, il n'arrêtera pas ſeulement la putréfaction dans l'état où elle ſe trouvera alors; il ſe combinera encore avec les principes alkaleſcens auxquels elle aura déjà donné naiſſance; il les ſaturera & émouſſera en quelque ſorte leur cauſticité; de-là, les chairs corrompues perdront, en quelques heures, leur ſanie & leur mauvaiſe odeur, & la lividité de ces chairs ſera changée en une couleur vermeille; il ne faut cependant pas croire, comme l'a penſé l'auteur de cette expérience, que l'air fixe faſſe rétrograder la putréfaction, & que des chairs totalement putréfiées, puiſſent être ramenées par le moyen de ce fluide à leur premiere fraîcheur. Ce ſeroit lui ſuppoſer le pouvoir de reproduire & recombiner des principes que la putréfaction a déſunis, ſéparés & fait diſparoître, & l'air fixe n'a certainement pas la vertu de rétablir ainſi ce que la putréfaction a détruit. Si des chairs putrides, que l'on expoſe à l'action de cette ſubſtance aériforme, éprouvent l'eſpece de mé-

tamorphoſe dont nous avons parlé, c'eſt qu'alors une partie plus ou moins grande de ces chairs n'a point encore ſubi la putréfaction ; celle-ci ayant été ſupprimée par le contact de l'air fixe, ce qui reſte des chairs doit paroître dans le même état qu'avant la putréfaction ; il ſuffit que cette ſubſtance aériforme ait la propriété d'émouſſer la cauſticité des principes alkaleſcens exhalés par la putréfaction des chairs mortes, & de s'oppoſer en même tems à la décompoſition totale de ces chairs, pour qu'on puiſſe eſpérer le plus grand ſuccès de l'application qu'on peut en faire à un corps animé, atteint de putridité, dans lequel la nature, *le vis vitæ*, eſt continuellement en action, lutte contre la maladie & tend à réparer ſes ravages ; on aſſure, d'ailleurs, que les Indiens enterrent, dans un terreau frais, & juſqu'au menton, ceux qui ont le corps ulcéré, ou qui ſont attaqués d'autres maladies du même genre ; on ſait que le terreau eſt très-propre pour conſerver les chairs qui commencent à ſe putréfier & les rétablir en quelque ſorte ; ſi on retire réellement quelqu'avantage de cette méthode, n'eſt-il pas dû, pour la plus grande partie, à l'air fixe qui pénetre les pores de la peau ? De même, ſuivre la charrue eſt un ancien remede ordonné pour la

conſomption, ainſi que demeurer près des fours à chaux. Les anciens uſages n'exiſtent jamais ſans quelques motifs ; ce n'eſt qu'avec le tems qu'on parvient à les découvrir, & à en donner une raiſon ſatisfaiſante. Le Docteur *Prieſtley*, de qui nous empruntons ces obſervations, les fait précéder de pluſieurs autres relatives au même objet ; celles-ci, qui ne datent que depuis le tems où ce célebre Phyſicien s'eſt occupé de l'air fixe, aſſurent également le pouvoir anti-putride de cette ſubſtance ; il en eſt de même de pluſieurs autres obſervations plus récentes encore, répandues dans différens ouvrages, parmi leſquels nous diſtinguerons le Journal de Phyſique ; elles prouvent toutes que l'air fixe peut être adminiſtré avantageuſement dans pluſieurs maladies putrides, ſoit en boiſſon, ſoit en lavement, par inſpiration ou de toute autre maniere, indiquée par l'état du malade.

CHAPITRE II.

De l'Air inflammable.

On appelle air inflammable, une eſpece particuliere de ſubſtance aériforme qui a la propriété de s'enflammer & de brûler, quelquefois lentement & ſans bruit, & d'autres fois inſtantanément & avec une exploſion très-forte ; ce qui dépend de pluſieurs cauſes que nous ferons bientôt connoître.

L'air inflammable eſt produit dans l'analyſe & la combinaiſon d'un grand nombre de ſubſtances différentes, appartenant aux trois regnes de la Nature.

Toutes les matieres végétales combuſtibles ; tous les produits des végétaux qui ont la même propriété, donnent de l'air inflammable, lorſqu'ils éprouvent l'action du feu dans des vaiſſeaux diſtillatoires. On en obtient ainſi des bois réſineux, tels que ceux du gaïac & du pin, des baumes, des réſines, des huiles graſſes, des huiles eſſentielles & volatiles des plantes, de même que des liqueurs ſpiritueuſes & inflammables ; telles que l'eſprit-de-vin & les différentes eſpeces d'éther que l'on obtient en combinant l'eſprit-

de-vin lui-même avec les acides vitriolique, nitreux, marin & acéteux. Ces liqueurs éthérées, qui paroiſſent ſe réduire totalement en air inflammable lorſqu'elle ſont échauffées, éprouvent la même métamorphoſe par le ſecours de la ſeule chaleur de l'atmoſphère ; c'eſt ce qui arrive encore à l'éther vitriolique, pris au terme de la glace ou de zéro du thermomètre de M. de *Réaumur*, ſi on le renferme ſous le récipient de la machine pneumatique ; cette liqueur y entre en expanſion & ſe convertit en un fluide inviſible, lorſque l'air qui la preſſe eſt réduit au quart à peu-près de ſa denſité moyenne. L'eſprit-de-vin, pris à la même température, préſente un ſemblable phénomène ; mais il faut, pour cela, que l'air du récipient ſoit raréfié au point de ne pouvoir plus ſoutenir que ſept lignes de mercure dans le baromètre. Enfin, toutes les huiles végétales, mais particuliérement celles qui ſont très-volatiles, peuvent également ſe convertir en air inflammable par un ſemblable moyen ; d'où il paroît que, pour détruire l'agrégation de pluſieurs ſubſtances & leur faire prendre la forme de l'air, il ſuffiroit de les ſouſtraire à la preſſion du fluide ambiant : c'eſt dans cette vue que deux célèbres Phyſiciens, MM. *Lavoiſier* & *de la Place*, ont fait un grand nombre

d'expériences, dont les détails ſont dans le volume de l'Académie des Sciences de 1777. Il réſulte, de leur travail, que tous les fluides volatils, pris à la température de la glace, entrent en expanſion & ſe convertiſſent en fluides élaſtiques, lorſqu'on les renferme dans le vide de *Boyle* ou dans celui du baromètre: c'eſt ainſi que l'eau ſe réduit elle-même ſous forme aérienne, quand l'air qui la comprime ne peut plus ſoutenir que quatre lignes de mercure dans le tube d'un baromètre appliqué à la machine pneumatique; &, quoique le mercure ſoit près de 14 fois plus peſant que l'eau, il paroît néanmoins éprouver le même changement, lorſqu'il peut être abaiſſé, dans le baromètre, à une demi-ligne de ſon niveau. M. *le Duc de Chaulnes* a fait conſtruire une machine pneumatique, à l'aide de laquelle il a eu la ſatisfaction d'obſerver le premier ce phénomène important & ſingulier, de l'ébullition du mercure ſans le ſecours du feu.

L'on peut auſſi, par le moyen du feu & de la machine pneumatique employés à propos, retirer de l'air inflammable de preſque toutes les matieres animales, &, en particulier, de celles qui brûlent avec flamme; telles ſont les graiſſes, les nerfs, les ongles, les poils & les cheveux: une once peſant de ces derniers

donne, par la diſtillation à feu nud, quarante pintes environ d'air inflammable.

Ce fluide eſt également produit dans l'analyſe de toutes les ſubſtances minérales & végéto-minérales combuſtibles, de même que dans quelques-unes des combinaiſons qu'on peut leur faire éprouver : ainſi, le ſoufre & les bitumes ſolides & fluides, tels que le charbon de terre, l'aſphalte, le jaillet, le ſuccin, l'ambre gris, la *pétrole* ou huile de pierre, &c. donnent de l'air inflammable dans pluſieurs circonſtances, & particuliérement lorſqu'ils éprouvent l'action du feu dans des vaiſſeaux diſtillatoires ; pluſieurs métaux abondans en phlogiſtique, tels que le fer, l'étain & le zinc, peuvent auſſi produire de l'air inflammable, par le moyen de la chaleur appliquée à ces métaux, ſoit dans un canon de fuſil, placé au milieu des charbons ardens, & ayant communication avec un vaiſſeau plein d'eau ou de mercure deſtiné à recevoir le produit aériforme ; ſoit dans le vide ou dans des vaiſſeaux clos remplis de mercure, en employant, dans ce cas, l'action des rayons ſolaires, raſſemblés par un miroir ou par une loupe, & dirigés ſur les ſubſtances métalliques qu'on auroit ainſi renfermées.

La diſſolution du fer, ainſi que celle du zinc

& de l'étain, par les acides minéraux (excepté l'acide nitreux), & par les acides végétaux, fourniſſent également de l'air inflammable; il s'en produit encore, dans la diſſolution du zinc & dans celle du fer, par l'alkali volatil fluor, & l'alkali fixe minéral caustique en liqueur.

L'on obtient auſſi de l'air inflammable lorſqu'on fait du foie de ſoufre & du pyrophore dans les vaiſſeaux clos, & qu'on reçoit, ſous un vaſe plein d'eau, la vapeur qui ſe dégage pendant ces opérations; celle qui ſe produit lorſqu'on précipite une diſſolution de foie de ſoufre par un acide, eſt également inflammable, & cette propriété convient encore aux vapeurs que produit le bleu de Pruſſe, lorſqu'il éprouve l'action véhémente du feu.

Tels ſont la plupart des corps & des opérations que l'on peut faire ſervir à la production de l'air inflammable; cependant on a le plus ſouvent recours à la diſſolution du fer par l'acide vitriolique, parce que, l'air inflammable qu'on en retire, paroît avoir un degré de ſimplicité & de pureté, que ne préſente pas toujours celui que l'on obtient par tout autre intermede ou tout autre moyen connu; ce qui vient ſans doute de ce qu'il eſt alors mêlé ou combiné avec quelqu'autre

fluide

fluide aériforme qui s'eſt dégagé en même tems que lui, & qu'on en pourroit peut-être ſéparer ; ſoit par le lavage dans l'eau, ou de toute autre maniere ; mais quand bien même on parviendroit à purifier ainſi l'air inflammable, lorſqu'il eſt altéré par une ou pluſieurs matieres hétérogènes, l'on donneroit toujours la préférence à une opération dans laquelle ce fluide eſt produit en très-grande quantité, par l'action réciproque de deux ſubſtances, & qui eſt d'ailleurs peu diſpendieuſe, facile à ſuivre, & fort expéditive. Or, tel eſt la diſſolution du fer par l'acide vitriolique, ſi on la fait de la maniere qui ſuit.

Prenez un flacon de pinte, qui ſoit tubulé ou percé ſur le collet, & par conſéquent ſemblable à celui que nous avons fait connoître à l'article de l'air fixe, en traitant de la diſſolution de la craie par l'acide vitriolique ; mettez, dans ce flacon, deux ou trois gros de limaille de fer très-pure, & fermez-le enſuite avec un bouchon de liége, dans lequel vous aurez engagé un tube de verre recourbé, ou une eſpece de ſiphon propre à faire communiquer le flacon avec un autre vaſe plein d'eau, deſtiné à recevoir le produit de l'opération, & établi, à cet effet, ſon ouverture en bas, ſur la tablette de l'appareil hydro-pneumatique ; c'eſt ainſi qu'on peut

appeler une eſpece de cuve pleine d'eau, que nous avons décrite en traitant de l'air fixe. Les choſes étant ainſi diſpoſées, verſez, ſur la limaille de fer & par la tubulûre du flacon, de l'acide vitriolique affoibli de deux ou trois parties d'eau ; cet acide agira bientôt ſur le fer, ce qu'on reconnoîtra à une vive efferveſcence, produite par le dégagement de l'air inflammable. Ainſi ce fluide ſe mêlera d'abord avec l'air commun qui occupera la partie vide du flacon ; mais la diſſolution continuant de ſe faire avec efferveſcence, l'air atmoſphérique ne tardera pas à s'échapper du flacon par le foramen ou la tubulure ; il en ſera de même d'une partie de l'air inflammable, qu'on reconnoîtra à ſon odeur. Dès-lors, ſi l'on bouche cette ouverture, en appliquant deſſus, ſoit un peu de lut fait avec le blanc d'Eſpagne & l'huile de lin ou tout autre de même eſpece, ſoit le doigt même, ayant ſoin alors d'interpoſer, entre lui & le flacon, qui s'échauffe conſidérablement dans cette opération, un petit morceau de peau de mouton préparée, repliée en pluſieurs doubles & mouillée, l'air inflammable, forcé par-là de prendre une autre route, paſſera, par le moyen du tube communiquant, dans le vaiſſeau renverſé ci-deſſus de l'échancrure pratiquée dans

l'épaiſſeur de la tablette de la cuve ; on l'y verra monter à travers l'eau ſous forme de bulles, & faire baiſſer celle-ci de plus en plus ; c'eſt ainſi qu'on pourra ſe procurer une très-grande quantité d'air inflammable, en procédant de la maniere qu'on le fait pour l'air fixe, les matieres ſeules dont on retire ces deux fluides étant différentes.

L'air inflammable differe de l'air proprement dit, ainſi que de l'air fixe, par ſon odeur, ſa légéreté ſpécifique & ſon inflammabilité ; qualités qui varient ſuivant la nature des corps dont on le retire ; il differe encore du premier, en ce qu'il ne peut ſervir ni à la reſpiration, du moins pour la plupart des animaux, ni à la combuſtion, quoiqu'il ſoit très-combuſtible.

Les quadrupedes & les oiſeaux, mais ſurtout ces derniers, périſſent très-promptement dans l'air inflammable, & leur mort y eſt précédée de convulſions comme dans l'air fixe ; il y a cependant des animaux qui réſiſtent à l'action délétere de l'air inflammable, de même qu'à celle de l'air fixe, ce ſont les amphibies & les inſectes. Les grenouilles, par exemple, que l'on range dans la premiere claſſe, peuvent vivre très-long-tems dans l'air inflammable ; habituées à vivre dans les marais & dans

les foſſés, du fond deſquels il ſe dégage beaucoup d'air inflammable, ces animaux paroiſſent accoutumés à l'impreſſion de ce fluide, & ſemblent le reſpirer auſſi facilement que l'air atmoſphérique. Les guêpes, qui ſont une eſpece d'inſectes, ſe trouvent à peu-près dans le même cas. M. *Prieſtley*, en ayant mis deux dans l'air inflammable, elles ceſſerent bientôt de ſe mouvoir; on les auroit priſes pour mortes; mais, remiſes dans l'air commun, elles revinrent à la vie après une demi-heure, & parurent auſſi bien portantes qu'auparavant, & cependant une de ces guêpes étoit demeurée une heure entiere dans l'air inflammable.

Il ſeroit naturel de penſer que ce fluide nuiroit à l'accroiſſement des végétaux, & ſe rapprocheroit encore par-là de l'air fixe; cependant il paroît, par une expérience de M. *Prieſtley*, continuée pendant pluſieurs mois, que les plantes végetent & croiſſent très-bien dans l'air inflammable; cette expérience a été faite ſur celui tiré du zinc, & ſur un fluide de même eſpece dégagé du bois de chêne.

Non-ſeulement l'air inflammable ne peut entretenir, dans la plupart des animaux, le jeu de la reſpiration, & paroît leur être plus funeſte que l'air fixe; mais, de même que ce dernier, il n'a point la propriété de favoriſer

la combuſtion des autres corps combuſtibles ; car, ſi l'on met, ſous un récipient plein d'air inflammable, un corps combuſtible, & que l'on faſſe tomber ſur celui-ci le foyer d'un verre ardent, ce corps, quoique fortement chauffé, ne brûlera point.

L'air inflammable eſt une des ſubſtances les plus combuſtibles de la nature ; ni les huiles les plus ténues, ni l'eſprit-de-vin le plus rectifié, ni l'éther, ni le ſoufre, ni le camphre, ni la poudre à canon, n'égalent l'air inflammable dans la promptitude & la facilité avec laquelle il s'allume ; mais ſon inflammabilité ſuit la même loi que celle de tous les autres corps de la même eſpece ; comme eux, il ne peut brûler ſans le concours & le contact de l'air pur & reſpirable. M. *Prieſtley* a fait paſſer de l'air inflammable à travers un canon de fuſil rougi au feu, ſans qu'il ſe ſoit allumé ; il a pris de la poudre à canon, qui a la propriété de brûler dans les vaiſſeaux clos ; il l'a fait détonner dans l'air inflammable, ſans qu'aucune des parties de ce fluide ſe ſoit enflammé.

L'air inflammable eſt-il en contact avec l'air reſpirable ? il brûle alors, avec une flamme plus ou moins rouge, s'il eſt bien pur ; & verte, jaune ou bleue, s'il eſt uni à quelque ſubſtance aériforme capable de modifier ſes

propriétés, tels que l'air fixe, l'air nitreux, &c.

La combuſtion de ce fluide eſt d'autant plus prompte, & la chaleur qu'elle produit eſt d'autant plus vive, que la quantité d'air pur qui l'environne approche davantage de celle qui eſt néceſſaire pour ſon entiere déflagration, & l'on conçoit que cette quantité doit varier relativement à la pureté de ces deux fluides.

Lorſque l'air inflammable n'a qu'un léger contact avec le fluide atmoſphérique, il s'enflamme ſans produire d'exploſion ſenſible, & ne brûle que lentement & à ſa ſurface; c'eſt ainſi qu'on le voit brûler dans une bouteille qui en eſt entiérement remplie, & à l'orifice de laquelle on préſente une lumiere; mais il faut, pour cela, que le goulot de la bouteille ſoit très-étroit, autrement l'air commun, qui y pénetre à cauſe de ſa plus grande peſanteur, ſe mêleroit en un moment avec toute la maſſe du fluide inflammable; & celle-ci, au lieu de brûler couche par couche, lentement & ſans bruit, s'enflammeroit & brûleroit inſtantanément, en produiſant une exploſion, moins vive cependant que celle qui réſulteroit de l'inflammation du même fluide, s'il avoit été préalablement mêlé d'une quantité d'air ſuffiſante pour ſon entiere combuſtion. Cette quantité

eſt, ſuivant la remarque de M. *Prieſtley*, de deux parties d'air commun contre une d'air inflammable; l'on peut faire un ſemblable mélange dans une bouteille à col étroit, en y faiſant paſſer les deux fluides l'un après l'autre, cette bouteille étant pleine d'eau & renverſée ſur la tablette de l'appareil hydro-pneumatique. Si l'on préſente enſuite une bougie à l'orifice de la bouteille, le mélange s'enflamme & brûle rapidement; mais la détonation qu'il produit ſeroit beaucoup plus bruyante, ſi ſa combuſtion ſe faiſoit dans un vaſe dont l'orifice, très-étroit, ſeroit fermé, à l'aide d'un bouchon de liége, & dans lequel on dirigeroit une étincelle électrique pour enflammer le mélange des deux fluides qu'on y auroit renfermé. Non-ſeulement l'exploſion ſeroit conſidérable, mais le bouchon ſeroit encore chaſſé avec force & lancé à une très-grande diſtance, à moins que quelque corps ne s'oppoſât à ſon paſſage.

Nous obſerverons qu'un vaiſſeau de verre pourroit ſe briſer dans cette opération, ainſi qu'il eſt arrivé plus d'une fois, & que, pour prévenir tout danger, on doit ſe ſervir d'un vaſe en cuivre ou en fer-blanc, armé, comme le premier, d'une conduite métallique, au moyen de laquelle une étincelle électrique,

produite au-dehors, puiſſe être tranſmiſe au-dedans du vaſe & éclater au milieu de la maſſe du fluide inflammable. Cette étincelle, quelque foible qu'on la ſuppoſe, ſuffira pour l'enflammer & la faire détonner, autrement le mélange des deux fluides n'aura pas été fait ſuivant la proportion indiquée; ou bien encore on n'aura point employé, pour cette expérience, l'air inflammable des diſſolutions métalliques; mais celui des marais, ou celui tiré des ſubſtances animales ou végétales par la diſtillation ou de quelqu'autre maniere. Or, cette eſpece d'air inflammable, ne brûlera en entier & ne donnera l'exploſion la plus forte, qu'autant qu'il ſera mêlé à douze fois ſon volume d'air commun (1); il eſt probable que cet air inflammable n'exige, pour ſon entiere combuſtion, une auſſi grande quantité d'air, que parce qu'il eſt combiné ou ſimplement mêlé avec l'air fixe ou toute autre matiere aériforme, qui n'a, ni la propriété de brûler comme l'air inflammable, ni celle de ſervir à la combuſtion comme l'air proprement dit, & dont la préſence, par conſéquent, doit diminuer la quantité ou le volume

(1) Lettre de M. *Alexandre Volta*, ſur l'air inflammable des marais, ſeconde lettre, pag. 22 & 23.

d'air inflammable, diſpoſé à l'inflammation par ſon mélange avec le fluide atmoſphérique; on peut, par le moyen de l'eau de chaux & des alkalis cauſtiques, dépouiller d'air fixe & amener à l'état d'air inflammable pur, celui que l'on obtient de la diſtillation des matieres végétales & animales, du bleu de Pruſſe, de la réduction des fleurs de zinc par le charbon, & dans pluſieurs autres opérations chimiques; on parvient également, & de la même maniere, à purifier l'air inflammable des marais; c'eſt ainſi qu'on appelle celui qui ſe produit dans ces ſortes d'endroits, ainſi que dans les étangs, les foſſés, les marres & les eaux courantes. Ces airs inflammables qui, dans les mêmes circonſtances que ceux des diſſolutions métalliques, ſe comportent bien différemment, produiſent les mêmes effets lorſque, par le lavage dans l'eau de chaux ou les alkalis cauſtiques, ils ont été purifiés.

Quoique le bruit & l'impétuoſité avec leſquels ſe fait la déflagration de l'air inflammable pur, mêlé avec le double de ſon volume d'air commun, ſoient très-conſidérables, ſurtout lorſque cette inflammation ſe fait dans les vaiſſeaux clos; néanmoins, comme le fluide atmoſphérique n'eſt qu'un mélange d'air pur & de matieres aériformes, qui ne peuvent, comme lui, ſervir à la reſpiration & à la

combuſtion ; il s'enſuit que la quantité déterminée d'air commun, que l'on emploie pour faire brûler & détonner l'air inflammable, ne concourt point en entier à l'inflammation de ce fluide, & que, la portion d'air pur que contient le premier, eſt la ſeule qui ſerve à cette inflammation : mais l'air déphlogiſtiqué de M. *Prieſtley*, que l'on peut ſe procurer par un grand nombre de moyens différens, que nous ferons bientôt connoître, eſt beaucoup plus pur que le fluide atmoſphérique ; il contient, ſous le même volume, beaucoup plus de parties de véritable air favorable à la combuſtion. Or, cet air très-pur, mêlé ſeulement à la doſe d'un tiers à l'air inflammable, le fait brûler en entier avec une exploſion des plus fortes, accompagnée d'un bruit & d'une chaleur étonnante. La détonation que produit ici l'air inflammable, eſt, ſuivant M. *Prieſtley*, quarante ou cinquante fois plus conſidérable que celle qui réſulte de l'inflammation du même fluide, mêlé, en même quantité & dans le même vaiſſeau, avec deux parties d'air commun. Nous remarquerons encore, avec M. *Macquer*, que l'exploſion, par le mélange de l'air très-pur, eſt ſi forte, qu'il ſeroit très-imprudent de la tenter ſur des quantités d'air inflammable un peu con-

ſidérables, & qu'on ne peut guere paſſer ſans riſque le volume d'une chopine de ce mélange : à en juger par les effets d'une auſſi petite quantité, ſi l'on faiſoit l'expérience ſur 12 ou 15 pintes, la détonation ſeroit au moins égale à celle d'une groſſe piece d'artillerie ; & il faudroit, pour y réſiſter, des vaiſſeaux de fer ou d'airain, de même force que les canons & les mortiers.

L'air inflammable étant mêlé ou ſimplement en contact avec l'air commun, peut s'allumer, non-ſeulement à la flamme d'une bougie & par le moyen de l'électricité, mais il s'enflamme encore très-bien lorſqu'on lui préſente un charbon ardent & qu'on excite celui-ci en le ſouffiant ; un fer rougi à blanc l'enflamme également : enfin les étincelles qu'on fait naître en frappant, avec le briquet, une pierre à fuſil, & que l'on fait tomber en pluie au-deſſus d'un vaſe rempli d'air inflammable, allument auſſi ce fluide. N'y auroit-il que ces moyens de l'enflammer, mais il en exiſte un grand nombre d'autres, il ſuffit qu'ils n'aient pas toujours priſe ſur les corps combuſtibles pour en conclure que l'air inflammable occupe le premier rang parmi ces corps.

Lorſqu'on fait brûler l'air inflammable, avec

le ſimple contact de l'air commun, dans un vaiſſeau cylindrique de verre d'un petit diamètre, & que l'on y plonge, par le moyen d'un fil de métal, un bout de bougie allumée, celle-ci s'éteint, ſur-tout ſi on la plonge un peu avant dans le vaſe, tandis que l'air inflammable continue à brûler ſur l'orifice, & que ſa flamme s'avance peu-à-peu vers le fond ; en relevant la bougie, elle ſe rallume dès qu'elle revient en contact avec la flamme. Un corps enflammé que l'on approche de la ſurface de l'eſprit-de-vin ou de toute autre liqueur inflammable, l'allume & s'y éteint de même lorſqu'on l'y plonge. Ainſi, l'air inflammable, non-ſeulement differe, à pluſieurs égards, du véritable air, mais cette matiere, tout à la fois aériforme & inflammable, ne paroît pas même contenir de l'air reſpirable, puiſqu'elle ne peut ſervir à la combuſtion d'aucun corps, & qu'elle ne s'enflamme & ne brûle elle-même qu'avec le contact de l'air proprement dit.

Nous avons obſervé, & l'expérience prouve manifeſtement, que l'air inflammable, étant mêlé d'air pur ou déphlogiſtiqué, produit, en s'enflammant, une exploſion beaucoup plus vive que lorſqu'on le fait brûler avec le fluide

atmoſphérique ; la quantité de celui-ci ſurpaſſant même celle du premier, relativement au volume d'air inflammable employé.

Il paroît que l'air commun, dans ſon mélange avec l'air inflammable, ne favoriſe la combuſtion de ce fluide, de même que celle de tout autre corps, qu'autant qu'il differe moins en pureté de l'air dit déphlogiſtiqué ou qu'il contient, ſous le même volume, un moindre nombre de parties hétérogènes, appartenant aux diverſes matieres étrangeres, & la plupart aériformes, qui ſe répandent dans la maſſe de l'atmoſphère. L'activité avec laquelle brûle l'air inflammable mêlé d'air commun, la chaleur & l'exploſion qu'il produit alors, dépendant, toutes choſes d'ailleurs égales, de la pureté du fluide atmoſphérique, qui ſert à ſa combuſtion, il s'enſuit que ces effets doivent diminuer d'intenſité dans la même raiſon que l'air commun, dont on emprunte le ſecours, eſt altéré par la reſpiration, la combuſtion ou tout autre moyen, tel que le mélange de ce fluide, fait en différentes proportions avec une ou pluſieurs ſubſtances aériformes.

J'ai fait, pour m'en convaincre, un grand nombre d'expériences qui ont eu tout le ſuccès que j'en pouvois attendre ; j'ai également

remarqué, conjointement avec M. *Macquer* & M. *de la Fond*, mon oncle, que l'air fixe, par exemple, lorſqu'il eſt bien pur ou exempt du mélange de l'air commun, & qu'il en eſt de même de l'air inflammable avec lequel on l'a mêlé, s'oppoſe entiérement à l'inflammation de ce fluide, quelque ſoit la proportion ſuivant laquelle le mélange a été fait ; mais, pour qu'il en arrive ainſi, il faut eſſayer ce mélange dans une bouteille dont le col ſoit très-étroit, & ne permette point à l'air ambiant d'y pénétrer promptement, ſans quoi l'air inflammable s'allumeroit & brûleroit, à raiſon du contact qu'il auroit alors avec l'air commun.

Quant on fait brûler l'air inflammable avec le fluide atmoſphérique, dans un vaſe de criſtal dont l'orifice eſt renverſé & plongé dans l'eau ; on voit ce liquide s'y élever immédiatement après l'inflammation du mélange & ſa détonnation ; l'eau n'eſt portée ainſi, dans le lieu de cette combuſtion, que par la preſſion de l'air ambiant devenue plus conſidérable que celle du fluide renfermé dans le vaſe, à cauſe de la deſtruction totale ou partielle de l'air inflammable, & de la diminution du volume de l'air commun qui a ſervi à ſa déflagration ; car ce fluide éprouve ici la même altération

que nous avons reconnue en démontrant qu'il eſt indiſpenſablement néceſſaire pour toute combuſtion quelconque. Dans cette expérience, la quantité du volume des deux fluides eſt diminuée en proportion de la rapidité de l'inflammation, & par conſéquent l'eau vient occuper, dans le vaſe où elle s'eſt faite, un eſpace d'autant plus grand que cette diminution eſt plus conſidérable. Comme la quantité d'air pur qui a ſervi à l'inflammation eſt en moins pour le réſidu, c'eſt-à-dire pour ce qui reſte des deux fluides après leur combuſtion, il s'enſuit que, ſi l'on employoit dans cette expérience, des quantités connues & proportionnelles d'air inflammable & d'air commun, en obſervant celles qui ſont néceſſaires pour produire l'inflammation la plus vive, on parviendroit à connoître la quantité d'air pur que contient le fluide atmoſphérique ſous un volume donné, & par conſéquent ſes qualités avantageuſes ou nuiſibles pour la reſpiration; en un mot, on pourroit apprécier les degrés de pureté ou d'impureté de ce fluide, en comparant la quantité du réſidu de la combuſtion de l'air inflammable avec la quantité du même fluide, plus, celle de l'air reſpirable qui auroit ſervi à ſon inflammation; il ſuffiroit, pour cela, que le vaſe dans lequel

ſe feroit cette inflammation, fût parfaitement cylindrique & diviſé, ſuivant ſa longueur, en parties égales, par le moyen d'une échelle qui ſeroit établie deſſus, & dont les degrés principaux auroient été meſurés par des volumes égaux d'air atmoſphérique ou de tout autre fluide que l'on auroit fait paſſer ſucceſſivement dans ce vaſe cylindrique, en ſe ſervant pour cela, d'un autre vaſe plus petit & de même forme. La combuſtion de l'air inflammable ayant eu lieu dans cette eſpece de jauge, & l'eau étant venue remplir le vide qui s'y ſeroit fait, on jugeroit de la plus ou moins grande pureté de l'air commun employé, par la quantité dont le volume des deux fluides auroit été diminué : plus il auroit ſouffert de diminution, & plus l'air ſeroit pur ; moins au contraire il en auroit éprouvé, & moins l'air auroit de pureté. Le ſervice de cet eudiomètre ſeroit plus étendu, & l'on apprécieroit preſqu'à l'infini les degrés de pureté ou d'impureté des différentes ſortes d'air reſpirables qu'on y renfermeroit avec l'air inflammable. Si l'on prenoit, pour les deux termes de la diviſion, celui d'un air non-reſpirable, tel que l'air fixe, qui ne peut point ſervir à la combuſtion de l'air inflammable, & celui de l'air pur ou déphlogiſtiqué qui la favoriſe

favoriſe le plus, ainſi que nous l'avons obſervé. M. le Chevalier *Volta* eſt le premier qui ait démontré que l'air inflammable peut ſervir de pierre de touche pour connoître la quantité d'air pur que contient le fluide atmoſphérique.

L'extrême combuſtibilité de l'air inflammable n'a pas plutôt été reconnue, qu'on a entrevu les moyens de le faire ſervir aux uſages de la vie, préférablement à d'autres matieres combuſtibles. M. *Volta*, dans une de ſes Lettres ſur l'air inflammable des marais, a rapproché les diverſes circonſtances dans leſquelles ce fluide inflammable pourroit ſuppléer à la poudre à canon ou agir de concert avec cette derniere, en y faiſant toujours intervenir l'air déphlogiſtiqué, afin d'obtenir une exploſion plus impétueuſe : une étincelle électrique, dirigée convenablement, ſuffiroit pour développer cette combuſtion. M. *Neret*, qui réunit le génie à beaucoup de connoiſſances, a donné la deſcription d'un réchaud à air inflammable, dans le Journal de Phyſique du mois de Janvier 1777. MM. *Furſtenberger*, Phyſicien de Bâle, *Brander*, Mécanicien d'Augſbourg, *Ehrmann*, Démonſtrateur de Phyſique à Straſbourg, ont également imaginé des lampes à air inflammable que l'on peut allumer pendant la nuit, à l'aide d'une étin-

celle électrique ; enfin, on a trouvé le moyen de faire, avec le même fluide, des feux d'artifices agréables, tels que des gerbes plus ou moins nombreuſes, des ſoleils fixes, mobiles, &c. L'on fait paſſer l'air inflammable à travers des tubes de verre ou mieux encore de métal, diſpoſés & percés convenablement, &, pour cela, on ſe ſert d'une veſſie qui eſt remplie de ce fluide, & qui s'adapte aux tubes par un robinet de cuivre ſur lequel elle eſt liée très-exactement. En preſſant cette veſſie, l'air inflammable s'en échappe ; il ſort par toutes les ouvertures que peuvent lui préſenter les tubes, & s'allume à la flamme d'une bougie, qu'on en approche dès l'inſtant où l'on commence à comprimer la veſſie.

L'air inflammable n'eſt point miſcible à l'eau ; on peut le conſerver long-tems, ſans altération, au-deſſus de ce liquide ; cependant, à la longue, il eſt décompoſé & n'eſt plus combuſtible. M. *Prieſtley*, qui a eu occaſion de faire cette remarque, eſt encore parvenu à diminuer la quantité ou le volume de l'air inflammable & à lui faire perdre ſon inflammabilité, en l'agitant long-tems dans beaucoup d'eau. Enfin, le même Phyſicien a trouvé que ce fluide, après avoir été battu dans l'eau & diminué ainſi de la moitié & un peu plus de

son volume, faisoit effervescence avec l'air nitreux, & entretenoit la respiration, ainsi que la combustion, lors même qu'il conservoit encore de son inflammabilité (1); néanmoins il observe que l'eau, dans tous ces cas, ne se charge point de l'air inflammable, qu'elle ne devient point aérée ni gaseuse, comme si elle opéroit la décomposition de l'air fixe ou de l'air nitreux, & qu'elle n'acquiert en cela aucun caractere distinctif.

Lorsque l'air inflammable séjourne plus ou moins de tems dans un vaisseau & au-dessus de l'eau, il y dépose toujours une matiere étrangere qui surnage l'eau, & dont la couleur varie; elle est d'un jaune d'ocre, si l'air inflammable a été retiré du fer; & blanche, s'il a été retiré du zinc. M. *Priestley*, qui a le premier fait cette observation, n'a pu méconnoître, dans ce dépôt terreux, la chaux de l'espece de métal dont l'air inflammable a été dégagé (2).

Il paroit que l'air inflammable peut, comme toute autre matiere combustible, rendre du phlogistique aux chaux métalliques, & en faire

(1) Expériences & Observations sur différentes especes d'air. t. I.

(2) *Idem. ibidem.*

par conſéquent la réduction ſans combuſtion ni inflammation.

Deux Chimiſtes diſtingués, MM. *Macquer* & de *Montigny*, en travaillant enſemble, ſe ſont aſſurés que l'air inflammable très-pur, tiré du zinc ou du fer par l'acide vitriolique, appliqué à des diſſolutions d'argent, de mercure, de plomb, & de pluſieurs autres métaux, leur communiquoit très-promptement & très-fortement, la couleur brune & noire qui annonce la combinaiſon du principe inflammable avec les terres métalliques, & leur diſpoſition prochaine à la réduction, qui ne demande plus qu'un très-léger degré de chaleur pour devenir intime & ſans addition d'aucune autre matiere inflammable (1).

Ces deux Savans n'ont point déterminé l'eſpece d'altération que doit éprouver ici l'air inflammable; mais il eſt probable qu'il perd ſon inflammabilité, diminue de volume & devient reſpirable, ainſi qu'il lui arrive lorſqu'il eſt renfermé au-deſſus de l'eau, ſans doute par ce qu'il réagit ſur la matiere fixe qu'il y a dépoſée, lui rend également du phlogiſtique & ſe mêle à l'air pur qui s'en

(1) Dictionnaire de Chimie, ſeconde édition, art. gas inflammable.

dégage à proportion, ou encore à celui que l'eau contient & qu'elle abandonne lorſqu'on l'agite.

M. *Prieſtley* a obſervé une décompoſition & un effet très-ſingulier de l'air inflammable dans une ſuite d'expériences ſur quantité de ſubſtances qu'il a expoſées à l'action d'un feu de ſable entretenu pendant pluſieurs mois de ſuite (1). Le 25 Septembre 1777, ce célebre Obſervateur ayant renfermé, dans ce ſable chaud, des tubes de flint-glaſs, remplis de toutes les différentes eſpèces d'air & ſcellés hermétiquement, il les examina le 20 Janvier ſuivant, & fut très-ſurpris de l'altération qu'avoit éprouvé le tube qui contenoit l'air inflammable : ce tube, qui avoit dix pouces de longueur, étoit teint en noir de jayet dans toute ſon étendue. M. *Prieſtley* crut d'abord que cette teinte noire provenoit de quelque matiere phlogiſtique du ſable ou de quelques-uns des vaiſſeaux qui avoient crevé dans le voiſinage. L'uniformité de cette même teinte, lui fit bientôt ſoupçonner qu'elle avoit été occaſionnée par l'air inflammable. Pour s'en aſſurer, il remplit du même air un autre petit

(1) Expériences & Obſervations ſur différentes branches de la Phyſique, tom. II. pag. 139 & ſuiv.

tube de verre, & l'ayant ſcellé hermétiquement, il le renferma profondément dans du ſable, contenu dans un pot de fer, qu'il mit ſur le feu & qu'il fit chauffer preſque juſqu'à rougeur; le lendemain, ayant retiré le tube, il le trouva tout-à-fait noir, à l'exception d'une petite portion qui n'avoit pas été expoſée à un auſſi grand degré de chaleur que le reſte du tube.

Ne pouvant plus alors attribuer la noirceur du tube à autre choſe qu'à l'air inflammable échauffé dans une circonſtance où il n'avoit pu ſe dilater, M. *Prieſtley* voulut ſavoir dans quel état pouvoit être ce fluide; la premiere choſe qu'il fit, ce fut de s'aſſurer qu'il n'y avoit point eu de communication entre cet air & l'air extérieur, puis ayant caſſé, ſous l'eau, l'extrémité du tube, il en examina l'air & il trouva qu'il n'étoit plus inflammable.

M. *Prieſtley* laiſſa renfermés, pendant deux jours, dans un bain de ſable chaud, deux tubes de verre, d'environ quatre pouces de long ſur un quart de pouce de diamètre, remplis d'air inflammable; lorſqu'il les en retira, il trouva qu'un de ces tubes étoit preſque fondu, & parfaitement bleu comme de l'indigo; c'étoit celui qu'il avoit placé au fond du ſable, & par conſéquent au plus grand degré de chaleur: l'autre tube, qui n'avoit

pas éprouvé une chaleur auſſi forte, étoit d'un beau noir de jayet; l'air de ce tube avoit été réduit à un tiers de ſon volume : c'étoit, dit M. *Prieſtley*, de ſimple air phlogiſtiqué; il ne troubloit point l'eau de chaux, n'étoit point affecté par l'air nitreux & n'avoit plus d'inflammabilité. L'air du tube, qui étoit devenu bleu ou qui avoit eſſuyé le plus grand degré de chaleur, étoit réduit à une très-petite bulle, en ſorte que je ne pus le ſoumettre à aucune épreuve; je ne doute cependant pas qu'il ne fut phlogiſtiqué.

Dans toutes ces expériences, M. *Prieſtley* s'étoit ſervi de l'air inflammable produit par la diſſolution du fer; il voulut voir ſi la noirceur du verre ne devoit point ſon origine à ce métal, mais il fut bientôt convaincu du contraire, en trouvant que l'air inflammable tiré du zinc, noirciſſoit également le verre dans les mêmes circonſtances.

Le même Phyſicien ne tarda point à reconnoître que le moment où le verre commençoit à ſe ternir, étoit celui où il étoit rouge, brûlant ou ramolli; car, ayant tenu un tube plein d'air inflammable à un feu nu, ainſi qu'à la flamme d'une bougie, il remarqua que, par-tout où la chaleur ſe faiſoit

ſentir, la noirceur paroiſſoit ſur le champ ſans affecter aucun autre endroit du tube.

En examinant de près cette teinte noire, il vit qu'elle ne pénétroit pas dans le verre; mais qu'elle formoit un enduit, délicat & ſuperficiel, qui laiſſoit au verre tout ſon poli; mais cette noirceur étoit ineffaçable, du moins on ne pouvoit la racler ſans altérer la ſurface du verre.

La couleur bleue du tube, qui avoit été fortement chauffé, étoit dûe, ſuivant M. *de Laval*, à quelque portion du fer qui entre dans la compoſition du verre. M. *Prieſtley* s'aſſura qu'elle dépendoit auſſi du degré de chaleur, en plaçant un des tubes verticalement dans le bain de ſable; car, l'extrémité inférieure du tube, qui étoit la plus échauffée, avoit acquis une couleur bleue foncée, & celle-ci paſſoit au noir à l'extrémité ſupérieure du tube ſans aucune couleur intermédiaire; il n'y avoit non plus aucune autre couleur au-deſſus du noir; en ſorte que la premiere teinte que reçoit le verre eſt un noir parfait; cependant, ſi on regarde, à travers la lumiere d'une bougie, cette premiere teinte, elle paroît avoir une ombre de rougeur.

M. *Prieſtley*, ne doutant point que la noir-

ceur de ſes tubes ne fut dûe à la préciptation du phlogiſtique de l'air inflammable, imagina qu'une ſubſtance qui auroit plus d'affinité avec le phologiſtique, pourroit détruire cette teinte noire; il eſſaya le minium avec ſuccès; il remplit, de cette chaux métallique, un de ces tubes noirs; &, au moment où il l'eût fait rougir, la noirceur diſparut entiérement, & le tube reprit ſa premiere tranſparence. Le minium, dont il ſe ſervit dans cette épreuve, avoit été privé d'air par la chaleur, & étoit de couleur jaune; il devint plus blanc dans ce procédé, & adhéra un peu au verre. M. *Prieſtley*, après l'en avoir détaché, trouva qu'il approchoit évidemment de l'état métallique, ſon tiſſu étant devenu plus compacte. Ce célebre Phyſicien, ayant communiqué le réſultat de ces expériences à ſon ami, M. *Bewly*, celui-ci lui obſerva que c'étoit le plomb, contenu dans le verre des tubes, qui attiroit le phlogiſtique de l'air inflammable, & leur faiſoit prendre la teinte noire. Pour achever de s'en convaincre, il remplit de ce fluide & ſcella hermétiquement un tube de verre verd; il l'expoſa enſuite à une chaleur de fuſion, ſupérieure à celle que le flint-glaſs peut ſupporter; mais ce fut ſans y produire aucun changement de couleur: ce qui reſta de l'air dans le tube, &

qui ne s'échappa point lorſqu'une portion du tube ſe fondit, étoit encore fortement inflammable. Il paroît donc, par cette expérience, conclut M. *Prieſtley*, que la chaux de plomb, ſous la forme de verre, a une plus forte affinité avec le phlogiſtique qu'aucun des autres ingrédiens de cet air dans un degré de chaleur capable de fondre le verre; ou, s'il n'y a aucune autre partie conſtituante de l'air inflammable que le phlogiſtique, l'attraction de la chaux de plomb eſt ſi grande, qu'elle réduit le phlogiſtique, d'un état élaſtique & libre, à un état de fixité & de combinaiſon.

J'avois opéré, ajoute le même Phyſicien, par le moyen de ces tubes de verre, une décompoſition complette de l'air inflammable, puiſque ſon phlogiſtique s'étoit uni avec le verre de plomb; je penſai donc que, s'il y avoit eu quelqu'acide dans ſa compoſition, il auroit été dégagé & ſe trouveroit dans le tube. Pour éprouver ce qui en étoit, je verſai, dans un de ces tubes, une petite quantité d'eau teinte en bleue avec le ſuc de tournefol; mais elle en ſortit auſſi bleue qu'auparavant.

L'air inflammable n'éprouve point d'altération ſenſible de la part de l'électricité; M. *Prieſtley* a fait paſſer une forte étincelle électrique à travers un tube de verre très-étroit,

rempli d'air inflammable & de teinture de tourneſol, ſans produire le moindre changement, ni dans la longueur de la colonne d'air, qui n'excédoit pas un demi-pouce, ni dans la couleur bleue de la teinture (1), & cependant les autres ſubſtances aériformes, ainſi que l'air reſpirable ſont, dans les mêmes circonſtances, réduits à un moindre volume, & font rougir la teinture de tourneſol, comme le feroit un acide quelconque.

Enfin l'air inflammable eſt abſorbé ou diminué de quantité par le charbon, ainſi que le ſont toutes les autres matieres aériformes, & comme l'eſt encore l'air pur ou reſpirable, le premier, dont l'abſorption a été obſervée par l'Abbé *Fontanna*. Je plongeai, dit M. *Prieſtley* (2), des morceaux de charbon ardent dans une fiole d'air inflammable, & je la renverſai auſſi-tôt dans le mercure : lorſqu'un tiers de la quantité totale eut été abſorbé, je trouvai que le reſtant, ainſi que l'air qui fut de nouveau chaſſé du charbon lorſque je le plongeai dans l'eau, étoit inflammable. Le premier ne paroiſſoit pas différent de ce qu'il avoit été;

(1) Expériences & Obſervations ſur différentes branches de la Phyſique. tom. II. pag. 137.

(2) *Idem.* tom. II. pag. 149.

mais le dernier étoit un peu moins inflammable.

Depuis que l'art s'eſt exercé à produire l'air inflammable & à rendre ſenſible pluſieurs de ſes propriétés, & principalement ſon inflammabilité, les Phyſiciens & les Naturaliſtes-Chimiſtes ne ſont plus embarraſſés dans l'explication d'un grand nombre de phénomènes naturels, décrits avec tant d'emphaſe par ceux qui les ont précédés; tel eſt le feu *Briſou*, développé & entretenu par des vapeurs combuſtibles déléteres & légeres qui ſe dégagent des mines métalliques, des carrieres de charbon de terre, & de celles de ſel gemme & qui s'allument aux lampes des Mineurs avec une exploſion plus ou moins forte & ſouvent meurtriere; telles ſont auſſi les *mouffettes inflammables* de certaines grottes, de certaines eaux courantes ou ſtagnantes, qui prennent feu à l'approche d'une flamme étrangere, comme celle d'une bougie ou d'une torche de paille, & qui brûlent le plus ſouvent ſans bruit & avec une flamme bleuâtre, dont l'étendue & la durée varie ſuivant la quantité de vapeurs combuſtibles qui l'entretiennent. L'eau de la Tamiſe en Angleterre, gardée dans des tonneaux à bords des vaiſſeaux & ſuffiſamment de tems pour être corrompue, s'enflamme lorſ-

qu'on préſente une lumiere fort près de la bonde, tout récemment ouverte (1) ; tels ſont les *feux-follets*, ces flammes errantes plus ou moins étendues, plus ou moins nombreuſes, qui naiſſent & diſparoiſſent ſpontanément, & que l'on voit flotter dans l'air, à peu de diſtance de la terre, dans les endroits marécageux, dans les cimetieres, près des gibets, des fumiers, &c.

Tous ces phénomènes, & beaucoup d'autres du même genre, ſont aujourd'hui attribués au dégagement ſpontané de l'air inflammable & à ſa déflagration plus ou moins vive ; on eſt d'autant mieux fondé à n'en point reconnoître d'autre cauſe, que par-tout & dans les circonſtances où ils ſe préſentent, il y a toujours des décompoſitions, ſoit de matieres minérales, ſoit de matieres organiques, végétales ou animales combuſtibles ; &, dans ces décompoſitions opérées naturellement, il doit ſe dégager de l'air inflammable, comme il arrive dans celles auxquelles l'art a part. Ajoutons que le célebre M. *Volta*, qui a le premier ſoupçonné que l'air inflammable pouvoit être engendré par la putréfaction des *végétaux & des animaux*, auſſi bien que par l'action réciproque de pluſieurs ſubſtances minéra-

(1) Tranſactions philoſophiques.

les (1), eſt parvenu à obtenir ce fluide inflammable, en remuant avec un bâton la vaſe des marais, des foſſés, des étangs & des rivieres, & recevant, dans une bouteille pleine d'eau, les bulles qui ſe dégagent; il en a également retiré des terreins gras, fangeux & limoneux, en y creuſant des trous après les avoir couverts d'eau. Enfin, le même Phyſicien a ſouvent pris plaiſir à faire brûler l'air inflammable au moment de ſon dégagement, & pour cela il lui ſuffiſoit de préſenter une lumiere, ſoit à la ſurface de l'eau couverte de bulles, ſoit au trou qu'il venoit de creuſer lorſque le terrein étoit à ſec. S'il creuſoit avec précipitation pluſieurs trous près les uns des autres, & s'il leur préſentoit auſſi-tôt la lumiere, il voyoit une flamme bleue s'élancer de l'un à l'autre, tantôt les occuper ſucceſſivement, tantôt s'élever de tous en même tems, ſur-tout s'il piétinoit le terrein pour en faire ſortir une plus grande quantité d'air inflammable.

Ce fluide, que M. *Volta* appelle air *inflammable des marais*, differe de celui des diſſolutions métalliques, 1°. par l'odeur qu'il ré-

(1) Lettre ſur l'air inflammable des marais, cinquiéme lettre, pages 61 & ſuiv.

pand &c. qui eſt celle du foie de ſoufre ou des œufs couvés; 2°. par la flamme qu'il produit & qui eſt d'un bleu foncé; 3°. parce que, comme je l'ai déjà remarqué, il faut, pour le faire brûler en entier, employer une quantité d'air commun, infiniment plus grande que celle qui eſt néceſſaire pour la combuſtion de l'air inflammable des métaux : celui-ci brûle en un inſtant & produit une forte exploſion, lorſqu'il eſt mêlé à deux fois ſon volume d'air atmoſphérique; on peut au contraire mêler juſqu'à ſix parties de ce fluide contre une d'air inflammable des marais, & ce dernier ne fait encore que de petites exploſions ſucceſſives & foibles, en ſorte que, pour le faire brûler auſſi rapidement que le premier, il faut ajouter douze parties d'air commun; il s'enflamme cependant avec la plus grande facilité, & fait une exploſion des plus fortes, lorſqu'il eſt mêlé avec de l'air déphlogiſtiqué. Suivant M. *Volta*, la proportion eſt d'une partie d'air inflammable contre deux ou environ d'air déphlogiſtiqué; & en cela l'air inflammable des marais diffère encore de celui des métaux, puiſque pour brûler deux parties de celui-ci, il ne faut qu'une ſeule partie d'air déphlogiſtiqué. M. *Volta* ſoupçonne que l'air inflammable des marais contient du phlogiſtique

ſurabondant à ſa nature de fluide inflammable ; que ce phlogiſtique vicie promptement l'air commun qu'on y mêle ; & qu'il eſt la cauſe, tant de la difficulté & de la lenteur de l'inflammation de cet air, que de la couleur bleue de ſa flamme. Nous voyons, dit-il, que l'air phlogiſtiqué produit les mêmes effets ſur l'air inflammable métallique lorſqu'on les mêle enſemble. Dans cette ſuppoſition, il eſt aiſé de comprendre que, l'air déphlogiſtiqué conſervant encore ſa bonne qualité, même après avoir reçu le phlogiſtique ſurabondant de l'air des marais, lui communique la promptitude & la force de l'inflammation, & change en une couleur rouge & même blanche, la couleur bleue de ſa flamme ; mais en ſuppoſant même qu'il entrât plus de phlogiſtique dans la compoſition de l'air des marais, & que ce phlogiſtique, uni plus intimément aux autres principes qui peuvent le compoſer, eût beſoin, pour s'en dégager, d'un choc plus violent, d'une chaleur plus grande & d'un réceptacle plus abondant ; les différences qu'il préſente, comparativement avec l'air inflammable des métaux, devroient toujours être attribuées en partie à l'air fixe avec lequel il eſt mêlé, & que pluſieurs Phyſiciens y ont reconnus. S'il falloit d'autres preuves que celles

que

que nous venons d'adminiſtrer de l'exiſtence de l'air inflammable dans la plupart des corps appartenans aux trois regnes de la Nature, ainſi que de ſon dégagement ſpontané, nous obſerverions qu'une plante indigène de l'Europe, le *dictame blanc* ou la *fraxinelle*, répand, dans les jours d'été, le ſoir & le matin, des vapeurs éthérées, inflammables, & en telle abondance que ſi l'on place, au pied de cette plante, une bougie allumée, il s'éleve tout-à-coup une grande flamme qui ſe répand ſur toute la plante.

Nous pourrions rappeler les accidens, aſſez communs, d'égoûts & de foſſes abandonnés, de citernes & de ſépulcres, dans leſquels on a vu une lumiere plongée, aulieu de s'éteindre, comme cela arrive le plus communément, enflammer au contraire l'air qui y étoit renfermé.

Nous donnerons pluſieurs exemples d'embraſemens ou d'incendies ſpontanés qui ont ravagé pluſieurs Villages, & fait abandonner pluſieurs mines de charbon de terre, qui brûlent depuis un grand nombre d'années, comme celle de la Miſnie qui brûle depuis 1600.

Nous citerions d'autres exemples d'embraſemens, arrivés également ſans cauſes apparentes, à des grains & à des foins ſerrés trop

humides, à des ballots de groſſe toile, imprimée d'un côté ſeulement avec de l'ocre rouge broyée à l'huile, ainſi qu'à pluſieurs piéces de ſerge & autres étoffes de laine entaſſées les unes ſur les autres, avant d'avoir été dégraiſſées. Enfin nous reconnoîtrions la même cauſe incendiaire, la production de l'air inflammable, dans le corps des animaux, ainſi que dans celui de l'homme : parmi les exemples que nous en pourrions produire, quelques-uns nous paroiſſent mériter l'attention de nos Lecteurs ; ce ſont les ſuivans.

Sur la fin du mois d'Octobre 1751, un habitant du Bourg d'Enans, près de Neufchâtel, Bailliage de Beaume en Franche-Comté, ayant un bœuf malade depuis quelque tems & extrêmement gonflé, lui fit prendre la valeur d'une bonne charge de fuſil de poudre à canon, détrempée dans de l'eau fraîche, ce qui le fit déſenfler ; mais, comme l'enflure revenoit toujours, & que le remede ne produiſoit qu'un effet paſſager, il réſolut de le tuer. Pluſieurs perſonnes voulurent s'aſſurer de l'état de la viande ; un Boucher tira, avec force hors du corps, le ventricule ou la panſe de l'animal, & creva, ſans y faire attention, ce qu'on appelle le *panſerot* ; auſſi-tôt il ſortit avec bruit, par l'ouverture, une flamme qui

s'éleva à plus de cinq pieds de haut ; elle lui brûla les cheveux, les ſourcils, & lui affecta tellement les yeux, qu'il fut long-tems ſans pouvoir ſouffrir la lumiere. Une jeune fille qui l'éclairoit avec une lampe, eut tous ſes cheveux brûlés & eût été peut-être plus maltraitée ſi ſa mere, qui étoit préſente, ne lui eût jeté ſon tablier ſur la tête pour éteindre le feu & la préſerver ; cette flamme dura, en diminuant toujours de grandeur, l'eſpace de deux ou trois minutes. A meſure qu'elle continuoit, la panſe ſe déſenfloit, & il reſta dans l'endroit une odeur inſupportable. M. *de Maillebois* fit certifier ce fait à l'Académie royale des Sciences de Paris.

Fortunius Liſetus nous apprend, dans ſon Traité *de Lucernis antiquorum reconditis*, qu'en 1597, le Profeſſeur d'Anatomie de Piſe, ayant approché une bougie allumée de l'eſtomac qu'il venoit d'ouvrir, dans un ſujet qu'il diſſéquoit, il en ſortit des vapeurs qui s'enflammerent ; *Bonami* & *Ruyſch* furent témoins de ce phénomène. Ce dernier en obſerva un ſemblable à l'ouverture de l'eſtomac d'une femme qui n'avoit pris aucune nourriture depuis quatre jours ; mais qui avoit le ventre tellement gonflé, qu'on la ſoupçonnoit d'être groſſe. *Ruyſch* preſſant cet eſtomac d'une main, pour procurer de la tenſion dans la partie où il

vouloit faire une ouverture, & un Etudiant préſentant en cet endroit une bougie allumée, il en ſortit une vapeur qui s'enflamma avec exploſion & qui donna une lumiere jaune tirant ſur le verd; mais elle fut de peu de durée.

L'on a reconnu, dans ces derniers tems, que les flatuoſités qui ſe forment dans le ventre pendant la digeſtion de nos alimens, & qui en ſortent avec éclat, ſont communément inflammables; pour s'en convaincre, il ſuffit de préſenter une lumiere à l'ouverture d'une bouteille dans laquelle on les aura reçus étant au bain.

L'air inflammable pouvant être dégagé de tous les corps combuſtibles par tous les moyens que nous avons indiqués, & ce fluide ſurpaſſant en inflammabilité les liqueurs mêmes les plus éthérées, ainſi que nous l'avons précédemment obſervé, il n'eſt pas néceſſaire de demander quelle eſt la ſubſtance qui produit la flamme dans la combuſtion de quelques corps ſolides, tels que les bois: on conçoit qu'elle n'eſt autre choſe que l'air inflammable qui s'en échappe alors & qui s'allume au contact de ces matieres déjà embraſées; l'inflammation, une fois produite, ſe communique enſuite aiſément au nouvel air inflammable qui continue à ſe dégager; & ainſi la flamme eſt

entretenue juſqu'à ce qu'enfin il ne ſe produiſe plus de ce fluide.

Il n'eſt pas moins évident que les liqueurs inflammables, telles que les huiles, l'eſprit-de-vin, l'éther, & les matieres qui ſe liquéfient avant de s'enflammer, comme les graiſſes, la cire, les réſines, le ſoufre, empruntent également, de l'air inflammable qu'elles contiennent, la propriété de brûler avec flamme.

Il eſt probable que l'air inflammable, abondamment répandu dans la Nature, concourt, avec l'électricité, à la production de pluſieurs effets, attribués cependant juſqu'ici à cette ſeule & derniere cauſe; il paroît, par exemple, que les volcans & les tremblemens de terre ſont occaſionnés par l'air inflammable renfermé dans les cavernes ſouterreines & mêlé, avec l'air commun, en doſe ſuffiſante pour pouvoir, étant enflammé par le fluide électrique, développé d'une maniere quelconque, éclater tout-à-coup dans un très-long eſpace de terrein.

Les aurores boréale paroiſſent être également engendrées par l'air inflammable, lequel, vu ſon extrême légéreté & l'énorme quantité qui s'en dégage continuellement de toute la ſurface de la terre & de l'eau, doit ſe trouver raſſemblé dans les régions ſupérieures de l'atmoſ-

phère, ſur-tout vers les régions polaires, où il eſt forcé de ſe retrancher, à cauſe de ſa légéreté & de la force centrifuge prépondérante de l'air atmoſphérique.

Les éclairs ſemblent être eux-mêmes des effets de l'air inflammable mis en combuſtion par l'étincelle foudroyante des nuages; car il ne faut pas confondre la foudre, dont la flamme eſt vive & ſerpentante, & qui eſt une véritable étincelle électrique, avec l'éclair beaucoup moins vif & plus tranquille, mais qui s'étend à une très-grande diſtance.

Enfin l'air inflammable, raſſemblé en plus ou moins grandes maſſes dans l'atmoſphère, & allumé par l'électricité qui s'y trouve elle-même répandue, eſt encore, à ce qu'il paroît, la cauſe prochaine des météores ignés, auxquels on a donné les noms de poutre, de fleche, de colonne de feu, de tonneau, de muid ou globe de feu volant, de chevre danſante, d'étoile tombante, relativement à leur figure & à la maniere dont ils ſe comportent.

Je ne finirai point cet article ſans parler des ballons aéroſtatiques à air inflammable, ainſi appelés, parce qu'ils reçoivent de cette émanation aériforme, plus légere que le fluide atmoſphérique, la propriété de s'élever d'eux-mêmes & de ſe balancer majeſtueuſement dans

les airs ; ces ballons préſentent en même tems à l'homme, non ſatisfait d'avoir aſſervi les mers, des moyens de franchir les bornes de la ſphère où l'a placé la Nature, d'atteindre juſqu'au milieu de l'atmoſphère, & de parcourir des eſpaces immenſes dans un tems très-court, en voyageant au gré des vents ; mais avant de faire connoître plus particuliérement ces ſuperbes globes ou ballons, je dois faire mention des expériences qui les ont fait imaginer.

La premiere de ces expériences, dûes à MM. *Montgolfier*, fut faite le 5 Juin 1783, à Annonay en Vivarais, devant les Députés des Etats particuliers de cette Province. L'on vit, ſur la place publique, une eſpece de ballon de cent dix pieds de circonférence, retenu, par ſon pôle inférieur, ſur un chaſſis en bois de 16 pieds en quarrés ; cette vaſte enveloppe étoit de toile doublée de papier, couſue ſur un réſeau de ficelle fixé aux toiles. Les différentes piéces de cette machine étoient aſſemblées par de ſimples boutonnieres arrêtées par des boutons ; elle peſoit 500 livres avec le chaſſis qui la tenoit fixée par le bas ; ſa capacité étoit d'environ 22000 pieds cubes : ce n'étoit encore qu'une eſpece de ſac giganteſque de 35 pieds de hauteur, déprimé, plein de plis &

vide d'air. Quel fut l'étonnement général, lorſque MM. *Montgolfier* annoncerent, qu'auſſi-tôt qu'il ſeroit plein d'une eſpece d'air, qu'ils avoient le moyen de produire à volonté par le procédé le plus ſimple, il s'enleveroit de lui-même juſqu'aux nues? En effet, ces Meſſieurs ayant procédé au développement du fluide qui devoit, par ſon excès de légéreté ſur l'air atmoſphérique & ſon énorme volume, vaincre le poids de la machine; celle-ci ſe gonfla, groſſit à vue d'œil, prit une forme nouvelle; elle ſe tendit dans tous les points & fit effort pour s'enlever. Huit hommes la retenoient; le ſignal leur fut donné; elle partit, & s'éleva en l'air juſqu'à la hauteur d'environ 1000 toiſes. Un vent, à peine ſenſible vers la ſurface de la terre, porta cette machine à 1200 toiſes de diſtance du point de ſon départ; elle reſta dix minutes en l'air, la déperdition de ſon air, par les boutonnieres & par les trous d'aiguilles, ne lui ayant pas permis de s'y ſoutenir plus long-tems. Le vent, au moment de l'expérience, étoit au midi, & il pleuvoit; la machine deſcendit ſi lentement & ſi légérement, qu'elle ne briſa ni les ceps, ni les échalas de la vigne ſur leſquels elle ſe repoſa.

Suivant le calcul de M. *Montgolfier* le jeune, la machine déplaçoit une maſſe d'air de 1980

livres, en ſuppoſant la peſanteur moyenne de l'air égale à $\frac{1}{800}$ de la peſanteur de l'eau; mais le fluide, dont on l'avoit remplie, étoit une fois plus léger que l'air commun, car il peſoit 990 livres ou 1490 livres, en y comprenant le poids de l'enveloppe & celui du chaſſis, évalué à 500 livres.

Il reſtoit donc 490 livres pour la rupture d'équilibre ou la force avec laquelle cet énorme ballon devoit s'élancer dans l'air (1); de même qu'un vaiſſeau enfoncé au ſein des mers par des vagues énormes, dans un tems de tempête, remonte vers la ſurface de l'eau, après la ſecouſſe, s'il eſt fermé de toute part & inacceſſible à l'eau, parce qu'il ſe trouve plus léger qu'un égal volume de ce liquide, & que les colonnes d'eau, dont ce vaiſſeau ſubmergé fait partie, ſe trouvent elles-mêmes moins peſantes que les colonnes adjacentes, leſquelles, par leur excès de peſanteur, portent le vaiſſeau vers la ſurface de l'eau, où il reprend ſon équilibre. Sans nous aſtreindre à cette ſeule comparaiſon,

(1) Deſcription des expériences de la machine aéroſtatique de MM. *Montgolfier*, & de celles auxquelles cette découverte a donné lieu, &c. Ouvrage orné de neuf planches en taille-douce, &c. &c. par M. *Faujas de Saint-Fond*, à Paris, chez *Cuchet*, rue & hôtel Serpente.

nous pourrions citer une foule de phénomènes avec leſquels l'aſcenſion de la machine aéroſtatique de MM. *Montgolfier* a également un rapport direct ; mais il ſuffit que le principe en ſoit connu, pour qu'ils s'offrent d'eux-mêmes aux yeux les plus clairvoyans.

M. *Montgolfier* le jeune étant arrivé à Paris, quelque tems après l'expérience d'Annonay, & ayant été invité, par l'Académie royale des Sciences, à répéter cette belle expérience, fit conſtruire une machine de 70 pieds de hauteur ſur 40 de diamètre. Ce fut chez M. *Réveillon*, rue de Montreuil, faubourg S. Antoine, que cette nouvelle machine aéroſtatique fut exécutée ; on la fit en toile de canevas, doublée, tant en dedans qu'en dehors, d'un fort papier.

Sa coupe géométrique étoit formée,

1°. Par un priſme de 24 pieds de hauteur.

2°. Par une pyramide de 27 pieds & demi qui devoit couronner le priſme.

3°. Par un cône tronqué de 18 pieds & demi, deſtiné à former la partie inférieure de la machine.

Chacune de ces portions étoit compoſée de 24 bandes ou méridiens, réunis & couſus enſemble.

En cet état, la machine développée & ten-

due dans tous ſes points, devoit affecter la forme d'un ſphéroïde; elle étoit d'ailleurs peinte en bleu d'azur, & repréſentoit une eſpece de tente avec ſon pavillon, & ſes ornemens en couleur d'or. Le poids de cette machine étoit de 1000 livres; celui du volume d'air qu'elle déplaçoit pouvoit être évalué à environ 4500 livres, & le fluide dont elle devoit être remplie, étant une fois plus léger que l'air commun, ne peſoit que 2250 livres; il y avoit donc un excès de légéreté de 1250 livres; la machine pouvoit donc enlever un poids de cette force.

Le 11 Septembre 1783, cette ſuperbe machine étant entiérement achevée, fut miſe en place & diſpoſée pour faire les premieres expériences; on l'eſſaya le ſoir même; on la vit avec admiration ſe remplir en neuf minutes & prendre la plus belle forme. Huit hommes qui la retenoient, furent ſoulevés à pluſieurs pieds, & elle ſe ſeroit enlevée à une grande hauteur, ſi on ne lui avoit pas oppoſé de nouvelles forces.

Meſſieurs les Commiſſaires de l'Académie des Sciences furent invités à aſſiſter le lendemain matin, 12 Septembre, à l'expérience qui leur étoit conſacrée. L'on vit, ce jour-là, avec inquiétude, que des nuages épais ſe diſpoſoient

à couvrir l'horizon, & qu'on étoit menacé d'orage; néanmoins on ſe décida à remplir la machine.

Cinquante livres de paille ſeche, qu'on alluma par paquets, & ſur leſquelles on jeta, à diverſes repriſes, juſqu'à dix livres de laine hachée, produiſirent, en dix minutes, une vapeur ſi expanſive & douée d'une telle force, que la machine, malgré ſa peſanteur, quoique déprimée & repliée ſur elle-même, ſe redreſſa graduellement & comme par ondulation; ſon volume & ſa capacité étonnerent les ſpectateurs; &, lorſqu'elle ſe fut développée en entier & qu'elle tendit à s'enlever, la ſurpriſe & l'admiration redoublerent.

La machine perdit terre, & ſe ſoutint à pluſieurs pieds avec une charge de 500 livres; elle ſe ſeroit enlevée à une très-grande hauteur, ſi l'on eut coupé les cordes qui la retenoient; mais, comme elle étoit deſtiné à des expériences qui devoient avoir lieu à Verſailles, on ne voulut pas l'abandonner; la pluie ſurvint & le vent ſouffla avec impétuoſité; les efforts que l'on fit alors pour obliger la machine à deſcendre, joints à des coups de vent furieux & à la pluie qui l'inondoit, la déchirerent en pluſieurs endroits. Comme l'orage redoubla, & ſe ſoutint long-tems, il fut abſolument

impoſſible de la manœuvrer en cet état ; elle endura la pluie pendant plus de vingt-quatre heures ; les papiers ſe décollerent & tomberent en lambeaux, & cette ſuperbe machine fut miſe abſolument hors de ſervice (1). Cependant le Roi deſiroit voir l'expérience, & on devoit la faire à Verſailles le 19. M. *Montgolfier*, ayant calculé les heures qui lui reſtoient, ſe détermina à conſtruire une nouvelle machine, ſimplement en toile aſſez ſolide pour réſiſter aux intempéries de l'air ; on la commença le 14, & le 18 elle fut achevée, peinte & décorée : le ſoir même on en fit l'eſſai, en préſence de Meſſieurs les Commiſſaires de l'Académie, & elle réuſſit très-bien.

Le lendemain, 19 Septembre, la machine fut établie dans la grande cour du Château de Verſailles, ſur un eſtrade qui correſpondoit à l'attirail & aux cordages tendus pour la manœuvrer. Cette eſpèce de théâtre, recouvert & entouré de toiles, avoit, dans le milieu, une ouverture octogone de plus de 15 pieds de diamètre, autour de laquelle pouvoient circuler les perſonnes employées au ſervice de la machine ;

(1) Deſcription des expériences de la machine aéroſtatique de MM. *Montgolfier*. page 29 & ſuiv.

une garde nombreuse décrivoit une double enceinte autour de ce vaste théâtre.

Le dôme de la machine étoit déprimé, & portoit horizontalement sur la grande ouverture du théâtre à laquelle il servoit de voûte; le reste des toiles étoit abattu & se replioit circulairement; de sorte qu'en cet état, la machine n'avoit aucune espece d'apparence, & ressembloit à un amas de toiles de couleur qu'on auroit entassées sans ordre.

Le dessous de l'échafaud étoit consacré pour les opérations propres à produire la vapeur; c'étoit sous la grande ouverture, recouverte par le dôme de la machine, que devoit se faire ce travail. Au milieu & à terre étoit un réchaud de fer à claire-voie, de quatre pieds de hauteur sur trois de diamètre, fait pour recevoir les matieres combustibles. Un entourage en forte toile peinte & de forme circulaire, adhérant à la base de la machine aréostatique, & descendant par le trou jusque sur le pavé, pouvoit être considéré comme un vaste entonnoir, comme une espece de cheminée destinée à retenir les vapeurs & à les conduire dans l'intérieur de la machine; de sorte que les personnes qui devoient diriger le feu, se trouvoient placées, par ce moyen, sous la ma-

chine même ; elles avoient à leur portée des proviſions de paille & de laine hachée pour produire la vapeur, ainſi qu'une cage d'oſier avec un mouton, un coq & un canard, & tous les autres agrès néceſſaires pour l'expérience.

A dix heures du matin la route de Paris à Verſailles étoit couverte de voitures ; l'on arrivoit en foule de toutes parts : &, à midi, les avenues, les cours du Château, les fenêtres & même les combles, préſentoient un concours prodigieux de ſpectateurs. On tira une premiere boîte à une heure après-midi, pour annoncer qu'on alloit remplir la machine, & on la vit, dans l'eſpace de 11 minutes ſe développer en ſon entier & préſenter une forme & une capacité des plus impoſantes. Le bruit d'une ſeconde boîte avertit qu'elle étoit prête à quitter la terre ; &, à une troiſiéme décharge, les cordes qui la retenoient furent coupées : alors elle s'éleva majeſtueuſement dans l'air, entraînant avec elle le panier dans lequel étoient renfermés le mouton & les deux volailles.

La machine ſe porta d'abord à 240 toiſes de hauteur, en décrivant une ligne inclinée à l'horizon, que le vent de ſud la força de prendre ; elle parut reſter enſuite quelques ſecondes

en ſtation, & produiſit alors le plus bel effet. Enfin elle déclina & deſcendit avec lenteur, à 1700 toiſes du point de ſon départ, après s'être ſoutenue 8 minutes en l'air, & avoir offert un ſuperbe ſpectacle. Les animaux qu'elle avoit tranſporté parurent n'avoir point ſouffert dans ce voyage.

La hauteur exacte de cette machine étoit de 57 pieds de France, & ſon diamètre de 41 pieds; elle pouvoit contenir 37500 pieds cubes, & déplacer 3192 livres d'air commun, en ſuppoſant le poids de ce fluide de 784 grains le pied cube; mais l'air de M. *Montgolfier* étant plus léger de moitié que l'air atmoſphérique, ſon poids étoit de 1596 livres; l'équilibre étoit donc rompu de 1596 livres, ſurquoi il faut déduire le poids de la machine, celui de la cage & du mouton, &c. évalués à 900 livres; il reſtoit donc net une force de 696 livres qui auroit pu encore être enlevée. Cette belle machine, en toile de fil & de coton, étoit peinte en dehors & en dedans à la détrempe; l'on avoit mêlé, dans la couleur de l'intérieur, de la terre d'alun, comme très-propre à réſiſter à la plus forte chaleur.

Quatre-vingts livres de paille & cinq livres de laine hachée, ſuffirent pour produire les 37500 pieds cubes de vapeur; cependant il n'eût fallu

fallu que cinquante livres de paille, ainſi qu'on l'avoit éprouvé la veille, s'il ne ſe fut pas fait deux déchirures, de 7 pieds d'ouverture, ſur le ſommet de la machine, & dans la partie où les toiles avoient été couſues dans un mauvais ſens. Un coup de vent que reçut cette machine, dans le moment où on la rempliſſoit, ayant obligé ceux qui la ſervoient de la retenir avec effort, cette force, jointe à la tendance qu'elle avoit déjà à s'enlever & à la force du vent, occaſionerent les deux déchirures de la partie ſupérieure; mais, comme l'on eut attention de développer alors une plus plus grande maſſe de vapeur, la machine n'en partit pas moins avec rapidité.

A la vérité, l'accident qui lui étoit arrivé, l'empêcha d'avoir ſon effet en entier ou de jouir de toute ſa force d'aſcenſion, qui dût néceſſairement s'affoiblir par la perte de l'air intérieur & l'admiſſion de l'air extérieur au-dedans de cette machine (1).

Il ne ſuffiſoit pas d'élever un globe & de l'abandonner aux caprices des vents, il falloit encore trouver le moyen de maîtriſer ces vaſtes récipiens; de prolonger leur aſcenſion; de

(1) Deſcription des expériences de la machine aéroſtatique, pages 56 & ſuiv.

l'accélérer; de la retarder, de modérer leur chute. M. *Montgolfier* le jeune fit conſtruire, à cet effet, une machine plus grande & plus ſolide que celle qui avoit ſervi à l'expérience de Verſailles; elle fut entiérement finie le 10 Octobre.

Sa forme étoit ovale, ſa hauteur de 70 pieds, ſon diamètre de 46, & ſa capacité de 60000 pieds cubes; la partie ſupérieure, entourée de fleurs de lys, étoit ornée des douze ſignes du Zodiaque en couleur d'or; le milieu portoit les chiffres du Roi, entremêlés de ſoleils, & le bas étoit garni de maſcarons, de guirlandes & d'aigles à ailes déployées, qui paroiſſoient ſupporter en volant cette ſuperbe machine à fond d'azur.

Une galerie circulaire, conſtruite en oſier & revêtue en toiles, ſur leſquelles on avoit peint des draperies & d'autres ornemens, étoit attachée par une multitude de cordes au bas de la machine; elle avoit environ 3 pieds de largeur; il y régnoit, de droite & de gauche, une baluſtrade de 3 pieds & demi de hauteur: cette galerie régnoit autour de l'ouverture, d'environ 15 pieds de diamètre, qui étoit au bas de la machine; & c'étoit au milieu de cette ouverture qu'on avoit placé un réchaud en fil de fer, ſuſpendu par des chaînes, au moyen duquel les perſonnes qui étoient dans

la galerie, avec des approviſionnemens de paille, avoient la facilité de développer & d'entretenir le feu à volonté, pour l'aſcenſion de cette belle machine qui peſoit au moins 1600 livres.

Le 15 Octobre, M. *Pilatre de Rozier*, Phyſicien diſtingué, & dont le zele & l'intrépidité ſont connus, après avoir fait quelques eſſais à terre avec la machine aéroſtatique, deſira qu'on l'enlevât, s'il étoit poſſible, à une grande hauteur; il ſe plaça, pour cet objet, dans la galerie. La machine fut remplie; elle partit, en gardant le plus parfait équilibre, & s'éleva juſqu'à la hauteur de 80 pieds, aux acclamations d'un grand nombre de Savans & d'Amateurs qui avoient été admis à cette expérience dans le jardin de M. *Réveillon*, rue de Montreuil, faubourg S. Antoine. La machine auroit monté plus haut, ſi les cordes qu'on y avoit attachées pour la retenir euſſent été plus longues; elle reſta plus de quatre minutes en ſtation ſans que M. *Pilatre de Rozier* éprouvât la plus légere incommodité: on craignoit que la machine ne tombât précipitamment; mais on fut raſſuré lorſqu'on la vit deſcendre avec lenteur, étant toujours tendue, & s'élever encore à une certaine hauteur, après que M. *de Rozier* l'eut allégée en ſortant de la galerie.

Le 17 du même mois on répéta les mêmes expériences, &, quoiqu'elles ne fuſſent pas publiques, une multitude de perſonnes de tous les rangs s'empreſſerent d'y être admiſes. M. *de Rozier* fut enlevé à peu-près à la même hauteur que la premiere fois ; cependant la machine ſe ſoutint moins bien & ne produiſit pas un auſſi bel effet, parce qu'elle fut fatiguée par le vent & par la réſiſtance des cordes qui la retenoient ; mais il n'en fut pas de même le 19 Octobre.

A quatre heures & demie, la machine, dont on avoit diminué la galerie, fut remplie en cinq minutes, & M. *de Rozier*, étant placé dans la galerie avec un poids de 100 livres dans la partie oppoſée pour faire équilibre, fut enlevé à la hauteur de 200 pieds ; la machine ſe ſoutint ſix minutes à cette élévation ſans feu dans le réchaud ; on répéta la même expérience, & la machine s'éleva à 250 pieds de hauteur, où elle reſta en ſtation pendant huit minutes & demie ; comme on la retiroit, un vent d'eſt la porta dans un jardin voiſin, où elle s'embarraſſa ſur des arbres, ſans perdre l'équilibre ; mais on renouvela le feu, & la machine ſe releva d'elle-même, aux acclamations réitérées des ſpectateurs ; parvenue à plus de 200 pieds, elle deſcendit lentement ;

& comme elle approchoit de terre, M. *de Rozier* renouvela encore très-à-propos le feu, puiſqu'elle repartit ſubitement pour regagner ſa premiere place.

Dans une troiſiéme expérience, M. de *Rozier* s'enleva avec un compagnon de voyage, & cette fois la machine fut portée juſqu'à la hauteur de 324 pieds; c'étoit toute l'étendue des cordes; elles étoient dans une extrême tenſion, étant retenues chacune par cinq à ſix hommes.

La machine domina ainſi ſur Paris & fut vue de tous les environs pendant neuf minutes qu'elle reſta dans le plus parfait équilibre, C'étoit un ſpectacle bien extraordinaire que celui de voir, pour la premiere fois, des hommes portés à cette élévation, & s'y ſoutenir ſans y éprouver la plus légere incommodité & ſans inquiétude.

Lorſque la machine fut deſcendue, M. *de Rozier* & ſon compagnon reçurent les juſtes applaudiſſemens que leur zele & leur courage leur avoient mérités (1).

Les expériences que nous venons de rapporter faiſoient deſirer avec ardeur qu'on pût en haſarder une, dans laquelle l'*aréoſtat* fut

(1) Deſcription des expériences de la machine aéroſtatique. pages 268 & ſuiv.

non-ſeulement abandonné à lui-même, mais où l'on eſſaya d'y laiſſer enlever des hommes en état de diriger cette machine. Depuis longtems, l'intrépide M. *Pilatre de Rozier* ſollicitoit M. *Montgolfier* de lui laiſſer faire cette premiere tentative. La Cour de Monſeigneur le Dauphin ayant deſiré jouir d'un ſpectacle ſi intéreſſant, il fut réſolu que l'expérience ſe feroit au Château de la Muette proche Paris.

M. *Montgolfier*, qui devoit accompagner M. *de Rozier*, conſentit que M. le Marquis d'*Arlandes* montât à ſa place, & confia la direction de la machine à M. de *Rozier*.

Tout étant diſpoſé pour cette brillante expérience, le 21 Novembre 1783, la machine fut remplie vers midi & développée dans tous les points en huit minutes; mais, prête à s'élancer dans les airs, elle fut pouſſée par le vent & dirigée ſur une des allées du jardin, & les cordes, qui la retenoient encore, occaſionerent pluſieurs déchirures; on ſe hâta de la réparer, &, ayant été remplie de nouveau, elle s'éleva majeſtueuſement à la hauteur d'environ 250 pieds.

Les intrépides Voyageurs, en partant ſaluerent gaiement les ſpectateurs, qui, partagés entre la crainte & l'admiration, n'oſerent répondre à leurs ſignaux.

La machine, planant ſur l'horizon & étalant la plus belle forme, monte à plus de 3000 pieds de hauteur, où il n'eſt plus poſſible d'appercevoir les Navigateurs aériens; elle traverſe la Seine vis-à-vis Chaillot, paſſe entre l'Hôtel des Invalides & l'Ecole Militaire; les Voyageurs continuent leur route au-deſſus d'une partie du faubourg S. Germain, traverſent les nouveaux Boulevards; mais, arrivés à quelque diſtance au-delà, M. *Pilatre de Rozier* ceſſe d'entretenir le feu, & la machine s'abaiſſe lentement aux yeux étonnés du peuple qui accouroit de toutes parts.

Comme l'expérience n'avoit point été annoncée publiquement, on ne peut ſe peindre la ſurpriſe de ceux qui, voyant deſcendre la ſuperbe machine, apperçurent deux hommes ſortir de la galerie & qui ſembloient être tombés du ciel.

Telle fut la réuſſite du premier voyage qu'on ait oſé faire dans un élément, dont juſqu'ici les oiſeaux ſeuls avoient eu l'empire. Les annales du monde n'offrent rien de ſemblable, & MM. *d'Arlandes* & de *Rozier* pourroient prendre pour deviſe : *nullius ante trita pede.*

L'*aréoſtat* fut à peu-près vingt-cinq minutes à faire le trajet d'environ 5000 toiſes, parce que les courans d'air ralentiſſoient ſa marche;

&, comme les Voyageurs ne conſommerent que le tiers de leurs combuſtibles, ils auroient pu faire trois fois plus de chemin. La machine étoit la même que celle qui avoit ſervi aux dernieres expériences faites chez M. *Réveillon*. Il fut dreſſé, à la Muette, un procès-verbal pour conſtater le ſuccès de cette expérience, qui fera époque dans les Sciences.

Tandis que M. *Montgolfier* le jeune, à Paris, s'occupoit à étendre ſa découverte, M. ſon frere, non moins jaloux que lui de la rendre utile à la ſociété, ſur-tout après en avoir partagé la gloire, faiſoit conſtruire, à Lyon, une machine aéroſtatique de 126 pieds de hauteur ſur 100 pieds de largeur, compoſée de deux toiles d'étoupes ou d'emballage, entre leſquelles on piqua trois feuilles de papier froiſſé : d'intervalle en intervalle, des rubans de fil & enſuite des cordes, donnoient plus de conſiſtance à cet aſſemblage. Les raiſons d'économie avoient fait préférer des toiles groſſieres à huit ſols l'aune, qui rendoient néceſſairement le ballon un peu lourd ; mais perſonne n'avoit encore tenté de s'élever dans les airs à l'aide de ſemblables machines, & M. *Montgolfier*, l'aîné, avoit ſeulement annoncé que la ſienne s'enléveroit à pluſieurs centaines

de toiſes & peſeroit 8 milliers, avec un cheval ou tels autres animaux qu'on y ſuſpendroit. Or, pourvu qu'il atteignit ce poids, il lui paroiſſoit aſſez indifférent que ce fut par le poids du ballon lui-même ou par ſon leſt.

Les travaux étoient fort avancés, lorſque M. le Comte de *Laurencin*, Aſſocié de l'Académie de Lyon, inſtruit du voyage aérien que venoit de faire M. *Pilatre de Rozier*, demanda avec inſtance à M. *Montgolfier* à monter dans ſon ballon; il le lui promit, & ſe propoſa dès-lors d'y monter lui-même. Trente ou quarante perſonnes ſe firent inſcrire pour être du nombre des Voyageurs; le 26 Décembre, M. le Comte de *Dampierre*, M. le Comte de *la Porte* & M. *Pilatre de Rozier*, ſe rendirent à Lyon avec le même projet. Le Prince *Charles*, fils aîné du Prince de Ligne, s'y rendit auſſi, & on ne put lui refuſer de monter dans le ballon.

M. *de Rozier* ayant vu que cette machine étoit peu propre à porter des Voyageurs, propoſa à M. *Montgolfier*, qui ne l'avoit point fait conſtruire dans cette vue, de refaire la calotte ſupérieure en toile de coton, & de l'entourer d'un filet; M. *Montgolfier* y conſentit. Le 7 Janvier, toutes les piéces qui devoient former le ballon furent portées ſur l'eſtrade qui lui

étoit deſtinée hors de la Ville ; on travailla à les aſſembler le 8 & le 9 ; le départ avoit été annoncé pour le 10 : ce jour-là, à cinq heures & demie du matin, on eſſaya de gonfler le ballon ; il le fut en vingt minutes, & l'on parvint à faire paſſer la galerie au-deſſous. A ſix heures, des boîtes, tirées par mépriſe, firent croire au Public que la grande expérience auroit lieu ; la matinée entiere fut employée en préparatifs. Entre midi & une heure, le ballon fut gonflé en vingt-ſept minutes ; on eſſaya d'attacher, à la galerie, les cordes qui devoient la porter, mais le bruit que faiſoit le peuple ne permit pas aux travailleurs de s'entendre un ſeul moment.

Lundi 12, la même opération fut tentée avec plus de ſuccès ; on parvint à attacher quatre cordes ; mais il en falloit plus de quatre-vingts. Pendant l'opération, une botte de paille, imbibée d'eſprit-de-vin, ayant été jetée dans le réchaud, toute la machine fut enlevée à 3 pieds de hauteur & portée 15 pieds plus loin, malgré les efforts de cinquante ou ſoixante perſonnes qui la retenoient.

Les manœuvres néceſſaires, pour plier & déplier cet immenſe globe, demandoient beaucoup de précautions & de tems ; & malgré

tout cela, les toiles d'étoupes en ſouffroient : le 13 & le 14 furent employés à en réparer les trous.

Jeudi 15, on alluma le feu à deux heures quarante-cinq minutes ; le ballon fut parfaitement gonflé en dix-ſept minutes, & les cordes attachées à la galerie en une heure. On obſerva que, pour maintenir le ballon enflé, on ne conſommoit, par minute, que 5 livres peſant de fagots de bois d'aune. A 4 heures, la galerie étant chargée de ſix perſonnes & de 32 quintaux de leſt, toute la machine fut enlevée d'un pied, malgré ceux qui la retenoient. Les Voyageurs vouloient partir ; mais la nuit qui s'approchoit, les obligea de remetre leur départ au lendemain ; le feu étant éteint, il fallut vingt-ſept minutes pour déſenfler le ballon.

Dans la nuit du jeudi au vendredi, la pluie, la gelée, le verglas, déſolerent tous ceux qui s'intéreſſoient à l'expérience. Le vendredi matin, lorſqu'on voulut gonfler le globe, la machine étant appeſantie par l'humidité, on força imprudemment le feu pour la ſoulever, il prit à la calotte ; mais, en une minute, les pompes, qu'on avoit eu la précaution de placer ſous l'eſtrade, l'éteignirent. Le découragement général ne fit que redoubler l'ardeur de

M. *Montgolfier* & de ſes coopérateurs; on enleva une portion de la calotte ſupérieure de 50 pieds de diamètre; elle fut refaite à neuf & repoſée le ſamedi à trois heures, dans l'eſpérance qu'on pourroit partir le lendemain; mais il tomba beaucoup de neige pendant la nuit & toute la journée du dimanche.

Lundi 19, jour de l'expérience, on fit, de grand matin du feu de charbon ſous l'eſtrade pour faire ſécher la machine; on profita de la leçon du vendredi; on preſſa le feu modérément, & on mit plus de deux heures à gonfler le ballon; il paroiſſoit criblé de trous. Cette machine n'étant faite que pour enlever des fardeaux, & ayant été fatiguée depuis par les manœuvres des expériences, par la gelée, la neige, la pluie & le feu, il étoit évident qu'elle ne pouvoit promettre qu'un trajet médiocre avec un très-grand danger. Le feu du vendredi ayant endommagé le filet, on l'avoit remplacé par ſeize cordes qui, ne peſant pas ſi également ſur tous les points du globe, n'étoient pas ſi propres à en prévenir les déchirures; mais rien ne put décourager M. *Pilatre*, ni ſes intrépides compagnons. On avoit préparé, dans la galerie, ſix places pour les Voyageurs. Dès que le ballon fut enflé, le Prince *Charles*, & les Comtes de *Laurencin*, de *Dampierre* &

de la *Porte* s'y jeterent, ainſi que MM. *Montgolfier* & *Pilatre de Rozier*, au moment où on coupa les cordes. Une ſeptieme perſonne, qui n'avoit point été inſcrite pour être du voyage, mais qui avoit eue beaucoup de part à la conſtruction de la machine, ſe jeta auſſi dans la galerie à l'inſtant du départ.

En partant, la machine tourna au ſud-oueſt; mais, parvenue à une certaine hauteur, elle tourna au nord-eſt; le vent étoit foible & la marche lente; mais on ne ſauroit peindre l'effet impoſant de ce ſpectacle. Cette machine immenſe s'élévant dans les airs comme en triomphe, près de cent mille ſpectateurs, émus & tranſportés, qui battoient des mains ou tendoient les bras vers le ciel; des femmes qui ſe trouvoient mal, d'autres qui verſoient des larmes; des hommes qui agitoient leurs mouchoirs ou jetoient leurs chapeaux en l'air, en pouſſant des cris de joie.

La forme de la machine étoit celle d'un globe ſoutenu, par le bas, d'un cône renverſé & tronqué qui portoit la galerie; la calotte ſupérieure étoit blanche, le reſte grisâtre, & le cône compoſé de bandes d'étoffe de laine de différentes couleurs. Aux deux côtés du globe, on avoit attaché des médaillons, dont l'un repréſentoit l'Hiſtoire & l'autre la Re-

nommée ; le pavillon portoit les armes de M. de *Fleſſelles*, Intendant de Lyon, protecteur éclairé des Sciences & des Arts, dont le nom étoit écrit au-deſſous.

La hauteur à laquelle ce globe s'éleva a été eſtimée au moins de 500 toiſes. Les Voyageurs, en ſupputant la quantité de leurs combuſtibles, avoient l'eſpoir de voyager juſqu'à la nuit ; ils voulurent forcer le feu pour ſe procurer une aſcenſion plus rapide, alors il ſe fit une ouverture verticale de 4 pied & demi près de la nouvelle calotte, dans l'endroit où les toiles avoient été endommagées par le feu du vendredi précédent, & la machine s'abattit après quinze minutes de marche.

La deſcente ſe fit en deux ou trois minutes, cependant le choc de l'arrivée fut ſupportable. Les Voyageurs furent dégagés, ſans accident, & ramenés vers la Ville avec des tranſports & des applaudiſſemens univerſels. Si cette expérience n'a pas eu tout le ſuccès qu'on ſembloit deſirer, on a cependant, malgré tous les contre-tems poſſibles, fait bien plus qu'on ne s'étoit d'abord propoſé : aulieu de 8 milliers, la machine, avec ſon leſt, en peſoit plus de 16 ; elle eſt montée à une grande hauteur, & portoit ſept hommes.

Pour ne rien laiſſer à deſirer ſur les expé-

riences de MM. *Montgolfier*, je rapporterai ici quelques faits qui pourront nous éclairer ſur l'eſpece d'air qui ſert à remplir les machines qui ſont l'objet de ces expériences.

1°. Ceux qui ſont chargés de diriger le feu doivent avoir l'attention d'éparpiller la paille de maniere qu'elle s'enflamme très-promptement & ſans produire de fumée ; il faut que la flamme ſoit vive, claire, & qu'elle pénetre dans l'intérieur de la machine.

2°. L'on doit, de diſtance en diſtance, jeter ſur la flamme, & par petites poignées, de la laine hachée ; la plus mince eſt la meilleure, elle s'allume mieux & jette moins de fumée.

3°. Dès que la machine commence à ſe gonfler, il ſe forme un courant d'air rapide qui vient de l'extérieur & entre dans la machine.

4°. Cet air commun, avant de pénétrer dans cette immenſe capacité, eſt obligé de traverſer la flamme que produit la paille allumée ; il eſt probable qu'en s'échauffant, l'eau qu'il contient & celle qui réſulte de la combuſtion de la matiere végétale, ſont réduites en vapeur ou transformées en un fluide élaſtique plus rare & plus léger que l'air même ; cette vapeur cependant differe de toutes les ſubſtances aériformes connues, en ce que le ſeul refroidiſſement ſuffit pour la faire reparoître

ſous ſa premiere forme ; mais toujours eſt-il certain que l'eau eſt ici tellement diviſée & diſſoute par la chaleur de la flamme, que la machine aéroſtatique n'offre qu'un fluide tranſparent & inviſible, lors même qu'elle eſt pleine & tendue dans tous les points.

5°. C'eſt en cet état que la machine s'enleve avec force & viteſſe, & qu'elle ſe ſoutient le mieux en l'air. Si elle demeure quelque tems en expérience, il ſe forme, dans l'intérieur, une ſuie fine & légere qui adhere très-peu à la toile, car le plus léger mouvement ſuffit pour l'en détacher.

6°. Enfin la machine s'éleve, un peu moins bien à la vérité, lorſqu'on brûle ſimplement de la paille ou encore du bois de ſarment, qui forme un feu vif & clair, ainſi *l'air alkalin*, produit par les matieres animales que l'on fait brûler avec la premiere, entre ſeulement pour quelque choſe dans la légéreté du fluide qui fait monter les machines aéroſtatiques (1). On ſeroit dans l'erreur, ſi l'on attribuoit leur aſcenſion à l'air inflammable ; car la flamme conſume & décompoſe entiérement cet air, ou plutôt elle n'eſt elle-même

(1) Deſcriptions des expériences de la machine aéroſtatique de MM. *Montgolfier*, page, 176 & ſuiv.

que

que cet air embraſé & dans l'acte de ſa décompoſition, ainſi que nous l'avons obſervé précédemment. En ſuppoſant même que quelques portions d'air inflammable s'échappent ſans ſe conſumer, ou qu'un fluide aériforme inconnu, plus léger que l'air commun, ſe développe dans le moment de la déflagration, il paroît toujours conſtant que l'air commun, étant dilaté ou raréfié par la chaleur de la flamme, à proportion qu'il pénètre dans la machine, & que les molécules d'eau contenues naturellement dans ce fluide, ainſi que celles provenant de la décompoſition de la paille, étant réduites en vapeur, jouent le plus grand rôle, par leur légéreté, dans l'aſcenſion de la machine; l'on pourroit ajouter que l'impulſion de la flamme, & le courant d'air aſcendant qui ſe forme en dehors, le long des parois de ces machines, lorſqu'elles ſont réchauffées, contribuent à leur aſcenſion. M. de *Sauſſure* a fait une expérience qui prouve démonſtrativement que l'action de la ſeule chaleur ſuffit pour faire monter de telles machines. « J'ai pris, dit ce ſavant Phyſicien (1), un » ballon de baudruche, de 18 pouces de dia» mètre, ſuſpendu au plancher par un fil dé-

(1) Journal de Paris, 12 Décembre 1783.

» lié, & ouvert par en bas d'un trou circu-
» laire de 4 pouces ; j'ai introduit, par cette
» ouverture, un gros pilon de fer rougi au
» feu ; l'air, dilaté par la chaleur, a fait gon-
» fler le ballon : lorſque ce fer a commencé
» à ſe refroidir, j'en ai introduit un autre
» que l'on tenoit prêt & qui étoit d'un rouge
» très-vif ; bientôt le ballon a commencé à
» monter, & il s'eſt enlevé tant que j'ai pu
» le ſuivre avec mon fer rouge, ſans le tou-
» cher & le brûler. Ce ballon ne peſoit que
» demi-once ; j'avois eu ſoin de le deſſécher
» pendant qu'il étoit bien plein d'air, afin
» qu'il ſe tînt un peu enflé de lui-même lorſ-
» qu'il étoit ſuſpendu en l'air, & que l'on pût
» ainſi introduire le fer rouge ſans le toucher ».

L'honneur de la découverte des machines aéroſtatiques appartient inconteſtablement à la France & à notre ſiecle ; c'eſt fauſſement qu'on a prétendu que MM. *Montgolfier* n'avoient fait que marcher ſur les traces de l'antiquité, & quant il ſeroit vrai qu'ils auroient puiſé dans les écrits de *Lana*, du P. *Galien*, de *Leibnitz*, de *Borelli*, l'idée de conſtruire l'aréoſtat, ils n'en auroient pas moins toute la gloire, parce qu'ils ont exécuté ce que ces Savans n'avoient fait qu'entrevoir, & que les moyens indiqués dans leurs Ouvrages ſont chimériques

ou impraticables, & uniquement le fruit d'une imagination qui s'exerce : jetons un coup-d'œil rapide ſur ces divers projets.

Dans ſon *Eſſai ſur l'Art admirable*, le Jéſuite *Lana* (1) avoit imaginé de pouvoir enlever un petit navire, qu'on auroit dirigé avec des voiles & des rames, en ſuſpendant cette machine à quatre globes de 20 pieds de diamètre, conſtruits en cuivre très-mince, & dans leſquels on auroit fait le vide, d'abord en les rempliſſant d'eau, & enſuite en les vidant & en fermant le robinet par où l'eau ſe ſeroit échappée ; mais, outre que cette maniere d'opérer le vide eſt auſſi contraire à la ſaine Phyſique qu'impratiquable dans l'exécution, *Lana* rendoit la conſtruction de ſes globes abſolument impoſſible, puiſqu'il exigeoit que l'épaiſſeur du cuivre n'excédât pas les $\frac{3}{68}$ d'une ligne.

Le Pere *Joſeph Galien*, Dominicain, Auteur d'une brochure intitulée : *l'Art de Naviguer dans les airs*, qui parut en 1755, à Avignon propoſe, dans cet Ouvrage, de conſtruire une vaſte machine de bonne toile cirée ou goudronnée, fortifiée de diſtance en diſtance par des cordes, & remplie d'un air moitié plus

(1) *Pierre-François Lana* fit paroître, à Breſcia, en 1670, ſon Ouvrage en italien ; il a pour titre, *Prodromo dell' Arte Maeſtra.*

léger que celui qu'on reſpire ; il calcule enſuite la quantité d'air déplacé par ſa machine, & prouve que venant à deſcendre, ſa chute ſeroit très-lente, & ne pourroit être préjudiciable à ceux qui ſeroient dedans. Voilà bien à peu près l'aréoſtat de MM. *Montgolfier* : c'eſt la même enveloppe ; l'air a la même légéreté que celui qu'ils emploient ; & il ſembleroit d'abord qu'ils n'auroient eu d'autre mérite que celui de la mettre en exécution : ce n'eſt cependant qu'une ſuppoſition gratuite, une ingénieuſe & brillante chimère.

Le P. *Galien* ſuppoſoit que ſa machine auroit ſuffiſamment de capacité pour contenir une armée nombreuſe, avec les munitions de guerre & de bouche ; qu'elle pourroit s'élever à la région de la grêle & ſeroit remplie avec de l'air de cette région.... *Galien* avoue d'ailleurs qu'il ne croit pas que perſonne s'expoſe jamais aux dangers d'une telle navigation, & que la théorie qu'il propoſe ſur ſa poſſibilité, n'eſt qu'une eſpece de récréation phyſique & géométrique.

Ce que rapporte *Borelli*, dans un Ouvrage dédié à la Reine *Chriſtine* en 1670, peut encore moins lui mériter le titre d'inventeur. En réfléchiſſant, dit-il, ſur l'uſage de la veſſie dans les poiſſons, quelques Savans ont penſé

qu'un homme pourroit également nager dans l'air, à l'aide d'une veſſie artificielle, aſſez grande pour l'enlever, & dans laquelle on feroit le vide ou qu'on rempliroit d'un fluide plus léger que celui de notre atmoſphère.

Le rapport, fait à l'Académie royale des Sciences de Paris, ſur les expériences de la machine aérostatique, imaginée par MM. *Montgolfier*, eſt bien propre à fixer l'opinion que l'on doit ſe former de cette ſublime invention. Nous extrairons, de ce rapport, ce qui concerne les idées & les tentatives qui ont mené ſucceſſivement MM. *Montgolfier* à leur découverte, afin de prouver encore, contre l'aſſertion de quelques détracteurs, que le haſard n'y a eu aucune part.

Il paroît, eſt-il dit dans ce rapport, que le point de vue ſous lequel MM. *Montgolfier* enviſagerent ce grand problême d'élever des corps dans l'air, fut celui des nuages, de ces grandes maſſes d'eau, qui, par des cauſes que nous n'avons pas encore pu aſſigner, parviennent à s'élever & à flotter dans les airs à des hauteurs conſidérables. Occupés de cette idée, ils penſerent au moyen d'imiter la Nature, en donnant des enveloppes très-légeres à des nuages factices, & en contre-balançant la preſſion d'un air lourd, par la réaction où l'élaſticité d'un air plus léger. Tout annonce que leurs médi-

tations, ſur cet objet, remontent au-delà du mois d'Août 1782. Ce fut à Avignon que M. *Montgolfier* l'aîné, tenta ſa premiere expérience, & il ne vit pas, ſans une vive joie, qu'un parallélipipède creux de taffetas, qui contenoit 40 pieds cubes environ, ayant été échauffé intérieurement avec du papier, monta rapidement au plafond. Retourné à Annonay, il n'eut rien de plus preſſé que de répéter, avec M. ſon frere, cette expérience en plein air, & ils virent, avec la même ſatisfaction, ce parallélipipède s'élever à une hauteur de 70 pieds. Animés par ces premiers eſſais, ils firent faire une machine aéroſtatique de 650 pieds cubes ; le nouveau ſuccès qu'ils obtinrent les détermina à en conſtruire une de 35 pieds de diamètre.... Enfin, ce fut le 5 Juin que cette expérience fut répétée en préſence de MM. des Etats particuliers du Vivarais. En parlant des uſages auxquels on pourra utilement appliquer l'aréoſtat, nous ſommes arrêtés, diſent les Commiſſaires de l'Académie, par la multitude de ceux qui ſe préſentent ; élever des poids à une certaine hauteur ; s'élever ſur des montagnes ou pénétrer dans des vallées inacceſſibles ; élever des fanaux pendant la nuit à une très-grande hauteur ; donner des ſignaux, ſoit à terre, ſoit à la mer ; connoître les vîteſſes & les directions de tels

ou tels vents ; avoir des électroſcopes qu'on puiſſe porter à plus d'élevation que les cerfs-volans ; enfin s'élever dans la région des nuages, & y aller obſerver les météores : tel eſt l'apperçu des uſages de l'aréoſtat ; uſages préſentés par MM. *Montgolfier*, & qui ſe multiplieront quand les machines aéroſtatiques ſeront perfectionnées, & ſur-tout ſi on parvient jamais à les diriger, comme tout ſemble, ajoutent les mêmes Commiſſaires, en annoncer la poſſibilité.

L'expérience ingénieuſe faite, par MM. *Montgolfier*, à Annonay, ne fut pas plutôt connue à Paris, qu'on forma le projet de la répéter ; l'on ignoroit les moyens dont ils s'étoient ſervis pour ſe procurer un air une plus fois léger que le fluide atmoſphérique ; mais on connoiſſoit l'air inflammable des diſſolutions métalliques, & la grande légerété de ce fluide parut convenir davantage au ſuccès de l'expérience.

Le taffetas enduit de gomme élaſtique étoit également connu, & on le choiſit pour ſervir d'enveloppe à l'air inflammable ; l'on borna le diamètre de la machine à 12 pieds environ, à cauſe du prix du taffetas, de la cherté de l'air inflammable, & des difficultés qu'on entrevoyoit à ſe procurer promptement une grande quantité de cet air. On propoſa une

ſouſcription qui fut bientôt remplie & qui facilita les moyens de faire cette expérience, que conduiſirent M. *Charles*, Phyſicien diſtingué, & MM. *Robert*, Mécaniciens avantageuſement connus.

Enfin, le 23 Août 1783, la machine étant fabriquée, ſa forme offrit celle d'un globe de 12 pieds 2 pouces de diamètre ; après avoir fixé & ſuſpendu cette ſphère, on la déprima pour en chaſſer l'air atmoſphérique, puis on ferma le robinet par où on avoit donné iſſue à ce fluide.

A huit heures du matin, on commença à la remplir d'air inflammable ; l'on y procéda d'abord au moyen d'une grande boîte à tiroirs doublés de plomb, ſurmontée d'un chapiteau ou conduit ſuperieur qui s'adaptoit au robinet adhérent au ballon ; les tiroirs furent garnis de limaille de fer & d'acide vitriolique, affoibli d'eau : en multipliant ainſi les ſurfaces, on avoit pour objet de développer promptement une grande quantité d'air inflammable ; mais l'expérience démontra l'inſuffiſance de cet appareil, beaucoup trop compliqué, & ſujet à de grands inconvéniens, il fut reformé, & on y ſubſtitua un ſimple tonneau placé verticalement, dans lequel on jetoit, à l'aide d'une ouverture pratiquée ſur ſon diſque ſu-

périeur, une grande quantité de limaille de fer & d'acide vitriolique ; ce trou étoit rebouché ſubitement & l'air inflammable, ſe dégageant alors par bouffées, paſſoit par une ſeconde ouverture placée à côté de la premiere, & qui communiquoit d'abord, à l'aide d'un tube de fer-blanc & enſuite d'un tuyau de cuir verni à la gomme élaſtique, avec le robinet adhérent à l'orifice du ballon.

Le gaz, s'introduiſant dans le tube, montoit rapidement dans le globe, & lorſque l'effervescence ceſſoit, on fermoit le robinet ; de nouvelle limaille & de l'acide vitriolique étoient jetés par le trou qu'on débouchoit ; l'air inflammable ſe dégageoit, & le robinet qu'on ouvroit alors, lui donnoit entrée dans le ballon.

Cette opération alloit très-vîte, mais la combinaiſon de l'acide vitriolique & du fer, produiſoit une chaleur ſi violente, qu'une partie de l'eau, mêlée à cet acide, étoit réduite en vapeurs rendues cauſtiques par l'acide ſulfureux qui ſe dégageoit en même tems. Ces vapeurs, élevées avec l'air inflammable juſqu'au haut du globe, s'y condenſoient ſubitement, & couloient enſuite le long du taffetas, qu'elles auroient certainement corrodé ſans la couche de gomme élaſtique.

Comme cette eau imprégnée d'acide ſe

raſſembloit dans le bas du ballon, l'on étoit obligé de moment à autre de la faire écouler par le robinet.

D'un autre côté, la chaleur qui partoit du tonneau étoit ſi conſidérable qu'elle ſe communiquoit au tube de cuir & de-là à la machine; le robinet en étoit ſi échauffé qu'il étoit impoſſible d'y tenir la main; l'on étoit donc obligé, non-ſeulement de l'envelopper de linges mouillés; mais l'on étoit contraint, pour la conſervation du ballon, d'en arroſer ſans ceſſe le taffetas, avec de petites pompes qu'on dirigeoit contre ſa partie inférieure, pour affoiblir la chaleur.

Après qu'on eut obtenu, à grands frais, avec beaucoup de tems & de peine, aſſez d'air inflammable pour que le ballon en fût plein juſqu'au tiers: le robinet fut fermé avec ſoin ſur les neuf heures du ſoir; mais un des Artiſtes, ayant quelques inquiétudes à ce ſujet, alla malheureuſement l'ouvrir en comptant le fermer.

Le lendemain 24, on ne fut pas peu ſurpris de trouver le ballon très-gonflé & preſque plein; mais l'étonnement ceſſa lorſqu'on ſe fut apperçu que le robinet, qui avoit 3 pouces de largeur, étoit ouvert; il parut cependant aſſez extraordinaire que le ballon eut aſpiré une ſi grande quantité d'air atmoſphé-

rique : l'eſſai en fut fait ſur le champ avec le piſtolet de *Volta*, & il y eut exploſion.

Cet accident étoit bien fait pour décourager ; mais pluſieurs Amateurs, informés de ce contre-tems, ſe réunirent & réparerent, par un travail conſtant & pénible la perte qu'on avoit faite. Un mouvement d'aſcenſion que fit la machine, à ſix heures du ſoir, rendit l'eſpérance ; elle n'étoit alors remplie qu'à demi : une heure après, les coopérateurs furent bien dédommagés de leurs peines, en voyant que le globe faiſoit effort contre les liens qui le retenoient ; le ſuccès de l'expérience étant aſſuré, chacun ſe retira très-ſatisfait, après que l'on eut pris les plus grandes précautions pour qu'il n'arrivât rien de fâcheux pendant la nuit.

Le ballon fut viſité le 21 de très-bonne heure, & fut trouvé dans le meilleur état ; l'on y introduiſit de l'air inflammable pour réparer les pertes inévitables qui s'étoient faites pendant la nuit, ſoit par des pores imperceptibles, ſoit par des trous d'aiguilles que l'enduit de gomme élaſtique n'avoit pas entiérement bouchés. On le peſa à ſix heures du matin, après l'avoir débarraſſé de ſes liens ; &, quoiqu'il ne fut plein qu'à moitié, il enlevoit 21 livres. Comme l'expérience devoit s'en faire publiquement le ſurlendemain, on ne voulut pas le remplir davantage,

crainte de le fatiguer. Pesé de nouveau à neuf heures du soir, il n'enlevoit plus que 18 livres. Le 26, le globe fut encore visité à la pointe du jour; il avoit perdu de l'air inflammable à peu-près dans les mêmes proportions que la veille; on en produisit de nouveau, après quoi on eut le plaisir de voir le ballon s'élever à plus de 100 pieds, en le tenant attaché à de petites cordes; l'affluence du peuple indiqua quelle seroit la curiosité le jour de l'expérience. Le vent qui survint, pouvant fatiguer la machine, on la retira, pour la remettre dans la Cour où étoit son établissement: comme elle devoit passer par la porte-cochere, on eut l'attention de ne pas achever de la remplir dans la journée.

L'attirail & tous les accessoires à l'expérience furent d'abord expédiés pour le Champ de Mars où elle devoit se faire. A deux heures après minuit, on dégagea le ballon de ses liens pour le transporter jusqu'à la porte, où il fut ensuite déposé sur un brancard; les mêmes lisieres, qui le tenoient suspendu dans la cour, servirent à l'attacher, & il entra en marche, précédé de torches allumées, entouré de MM. *Charles* & *Robert* & de leurs amis, & escorté par un détachement du guet à pied & à cheval. Arrivé à l'Ecole Militaire, il fut

déposé au milieu du Champ de Mars, dans une enceinte diſpoſée pour le recevoir ; les liſieres qui l'enveloppoient ſervirent à le retenir en place, au moyen de petites cordes fixées vers le méridien du globe, & qui furent arrêtées dans des anneaux de fer plantés en terre.

L'on commença, avec le jour, à produire de l'air inflammable pour remplir le ballon : à midi, il étoit aſſez plein pour avoir une belle forme, &, comme il falloit peu de tems pour achever de le remplir, on réſerva au public le reſte de l'opération, afin de lui donner une idée de la maniere dont on développoit l'air inflammable.

Une garde nombreuſe étoit campée dans le Champ de Mars & dans les avenues ; on avoit donné des ordres pour faciliter la marche des voitures & prévenir les accidens. A trois heures, l'on vit le Champ de Mars ſe couvrir de monde ; les carroſſes arrivoient de toutes parts : les deux rives de la Seine, l'amphithéâtre de Paſſy & les environs, étoient garnis d'une multitude de ſpectateurs. A cinq heures préciſes, une mêche allumée donna le ſignal, & deux coups de canon annoncerent au public le moment de l'expérience ; ils ſervirent en même tems d'avertiſſement, pour des Obſervateurs placés à différentes ſtations. Le globe, dépouillé

de ſes liens, s'éleva, à la grande ſurpriſe & aux acclamations du Public.

La machine prit d'abord une direction un peu oblique; mais, parvenue à une certaine hauteur, elle monta perpendiculairement & parvint, en deux minutes, à 488 toiſes d'élévation. Là, elle trouva un nuage obſcur dans lequel elle ſe perdit : deux autres coups de canon annoncerent ſa diſparition ; mais on la vit bientôt percer la nue, reparoître un inſtant à une très-grande hauteur, & s'éclipſer de nouveau dans d'autres nuages.

Ce globe avoit 12 pieds 2 pouces de diamètre ; ſa circonférence étoit par conſéquent de 38 pieds 3 pouces 8 lignes ; ſa capacité intérieure de 943 pieds 6 lignes cubes ; le poids du taffetas & du robinet de 25 livres ; & la force d'aſcenſion, lorſqu'il s'eſt élancé, de 35 livres.

Le ballon, après avoir voyagé pendant trois quarts-d'heure, ſelon la direction du vent & hors de la vue, tomba à environ cinq lieues du point de ſon départ, dans un lieu appelé *Ecouen*, voiſin de Goneſſe ; l'on y reconnut une ouverture par laquelle l'air inflammable s'étoit échappé en partie, ſans doute après s'être pratiqué lui-même cette iſſue par ſa force expanſive, devenue ſupérieure à la preſſion de l'atmoſ-

phère dans les régions où le globe a pu s'élever. Quoi qu'il en ſoit, cette machine fut ramaſſée par des Payſans de Goneſſe, qui la traînerent à travers les champs pendant un mille, & la mirent dans le plus mauvais état. Pour faire la quantité d'air inflammable, qui avoit ſervi à remplir & à entretenir ce globe, l'on avoit employé environ 1000 livres peſant de limaille de fer, & 498 livres d'acide vitriolique à 46 dégrés de concentration (1).

Le phénomène des bulles d'eau de ſavon, ſoufflées avec de l'air inflammable, qui s'élevent dans l'air ordinaire, parce qu'elles ſont plus légeres que le volume de ce fluide dont elles tiennent la place; cette expérience, connue de tous les Amateurs de la Phyſique, longtems avant celle du Champ de Mars, que pluſieurs s'exercerent à faire en petit, dût néceſſairement leur faire voir la poſſibilité de ſe ſatisfaire, en ſuppoſant qu'ils donnaſſent, à l'air inflammable une enveloppe dont la matiere fût tout à la fois très-légere & peu perméable à ce fluide.

L'on eſſaya d'abord de faire des ballons en papier fin & léger; mais on reconnut bien-

(1) Deſcription des expériences de la machine aéroſtatique, pag. 7 & ſuiv. — pag. 49 & ſuiv.

tôt que l'air inflammable ſe faiſoit jour par les pores de cette matiere ; car perſonne ne put réuſſir à enlever des globes de cette eſpece. L'on ne fut pas plus heureux dans l'eſſai que l'on fit enſuite des veſſies de cochon & de celles de poiſſon ; elles furent trouvées, à la vérité, moins perméables à l'air inflammable ; mais on ne put jamais parvenir à les rendre aſſez légeres. Enfin on eut recours à une autre ſubſtance animale, connue, dans l'art du Batteur d'or, ſous le nom de *peau de baudruche* ; & l'on s'applaudit d'avoir employé cette matiere, qui n'eſt autre choſe qu'une membrane qui tapiſſe intérieurement les inteſtins du bœuf. On détache cette légere enveloppe, qu'on étend toute fraîche ſur des planches, afin de pouvoir enlever avec délicateſſe les parties graſſes & filandreuſes qui la rendroient inégale ; on la laiſſe ſécher en cet état & on lui donne d'autres préparations pour l'adoucir & la rendre propre au genre d'emploi auquel on la deſtine. C'eſt entre des livrets de cette peau, d'une légéreté & d'une ſoupleſſe extrême, qu'on parvient à réduire l'or en feuillets ſi minces, qu'ils peuvent ſe ſoutenir & flotter aſſez long-tems dans l'air.

Lorſque la baudruche a paſſé pluſieurs fois ſous le marteau du Batteur d'or, l'on en fait uſage

uſage pour les coupures, & ainſi que le taffetas d'Angleterre, elle intercepte l'action de l'air ; on lui donne alors le nom de *peau divine.*

Scaliger, diſſertant contre *Cardan*, au ſujet de la colombe volante d'*Architas*, propoſoit, pour imiter cette colombe, de faire uſage d'une enveloppe de l'eſpece de peau dont nous venons de parler (1).

M. *Cavallo*, à Londres, le premier qui ait fait élever des bulles d'eau de ſavon pleines d'air inflammable, ne pouvant pas faire enlever de même des ballons de papier, avoit eu, en 1781, l'idée d'employer la baudruche ; mais il ne fit aucun eſſai à ce ſujet. La même idée ſe préſenta à M. *Deſchamps* de Neufchâteau, Peintre, peu de jours après celui de l'expérience du Champ de Mars, & cet ingénieux Artiſte fit, avec la même peau des Batteurs d'or, des petits ballons qui s'enleverent dès qu'ils qu'ils furent pleins d'air inflammable (2). M. le Baron de *Beaumanoir*, qui s'étoit procuré un de ces ballons & qui en avoit reconnu l'avantage, écrivit aux Auteurs du Journal de Paris ce qui ſuit : « Meſſieurs, je

(1) *Scaliger, de ſubtilitate ad cardanum exercit.* 326.

(2) Deſcription des expériences de la machine aéroſtatique, pag. 22 & ſuiv.

» viens d'exécuter, aujourd'hui 10 Septembre, » un *minimum* de la machine aéroſtatique de » MM. *Montgolfier*, par l'enlévement d'un » ballon d'un pied & demi de diamètre, » & qui ne peſoit que 5 gros trois quarts; » il a déplacé un volume d'air de 21 gros, » & s'eſt élevé par conſéquent avec une force » de 12 gros, en ſuppoſant l'air inflammable » à trois gros un quart; je vous prie de me » permettre de prendre date dans votre Jour- » nal pour une expérience que les Amateurs » pourront venir voir, aujourd'hui jeudi, à » l'Hôtel de Surgeres, rue de la Ville-l'Evê- » que, à onze heures du matin ».

Le lendemain à midi, M. de *Beaumanoir* fit cette expérience en préſence d'une nombreuſe aſſemblée. Le ballon de baudruche fut rempli, en deux minutes, d'air inflammable, produit par la diſſolution du fer dans l'acide vitriolique; on l'attacha à un fil de ſoie qui ne lui permit pas de s'élever au-delà de 50 pieds. A cinq heures du ſoir du même jour, le petit ballon fut rempli de nouvel air inflammable, & fut abandonné à lui-même. Les ſpectateurs eurent le plaiſir de lui voir atteindre une très-grande hauteur; il diſparut enſuite en prenant la route de Neuilly, & l'on aſſure qu'il fut retrouvé à pluſieurs lieues.

Le même Artiſte, qui avoit imaginé d'employer la baudruche pour la conſtruction des globes aéroſtatiques, en exécuta bientôt de diverſes grandeurs, dont les Curieux s'empreſſerent de jouir. Quelques-uns chercherent enſuite à imiter ces ſortes de ballons, & ils y parvinrent ſans beaucoup de peine, car il n'étoit queſtion que de ſe munir de la même peau, d'en faire des fuſeaux tracés à la maniere des Géographes (1), & de coller enſuite les fuſeaux avec de la colle de poiſſon ou de la colle à bouche : la premiere eſt préférable. On en enduit très-légérement, avec un pinceau, de petites bandes de baudruche, & l'on poſe, ſur ces bandes, les deux bords des fuſeaux qui doivent ſe toucher ; il eſt facile de voir qu'il faut ſe ſervir d'une ſorte de moule, ayant la forme d'une calotte, pour monter ces globes ſi légers, & faciliter la réunion des fuſeaux dont ils ſont formés ; ces fuſeaux aboutiſſent à un petit tuyau de même matiere ou encore à un tuyau de plume ; l'un ou l'autre ſert à donner iſſue à l'air commun que l'on fait ſortir du ballon, ſoit en le preſ-

(1) *Bion*, Traité de l'uſage des Globes, vol. in-8.
Robert de Vaugondy, Inſtitutions géographiques, 1 vol. du même format.

ſant, ſoit en aſpirant à l'extrémité du tuyau, ſi ce ballon eſt d'un petit diamètre. Le même tuyau eſt également deſtiné à faciliter l'introduction de l'air inflammable, qui doit prendre la place de l'air atmoſphérique dans ces globes, & y être porté en quantité ſuffiſante pour les remplir entiérement, lorſque leur diamètre n'excède pas 10 à 12 pouces : on implante, à cet effet, le tuyau de plume adhérent au petit globe, dans un bouchon de liége, percé dans toute ſa longueur, & de groſſeur ſuffiſante pour s'adapter exactement dans le goulot d'une bouteille ou d'un flacon où doit ſe faire le mélange & la combinaiſon du fer réduit en limaille avec l'acide vitriolique alongé d'eau, & par conſéquent le dégagement de l'air inflammable ; il n'eſt pas beſoin que cette bouteille ait une ſeconde ouverture : une bouteille de verre noir, contenant une pinte, eſt ſuffiſante ; on jette trois ou quatre onces de limaille de fer dans cette bouteille ; on y verſe enſuite de l'acide vitriolique, affoibli par trois à quatre parties d'eau, & l'on attend, pour la boucher, que le mélange bouillonne fortement ; juſques-là on fait le vide dans le ballon, de la maniere que nous avons dit ; &, afin que l'air atmoſphérique n'y rentre point, on en bouche l'orifice avec le

doigt, & on ne le découvre qu'au moment où l'on engage le bouchon de liége dans celui de la bouteille où ſe produit l'air inflammable. Dès-lors ce fluide commence à paſſer dans le ballon & le remplit très-promptement, ſurtout ſi l'on a ſoin d'agiter la bouteille de momens à autres pour donner à l'acide vitriolique plus de priſe ſur le fer; le ballon étant plein d'air inflammable, on le lie avec un peu de ſoie au-deſſus de la plume, que l'on en détache enſuite, à moins qu'on n'aime mieux la laiſſer pour ſervir de leſt au globe; & dans ce cas on en bouche l'ouverture avec une petite bande de peau de baudruche mouillée, que l'on étend & attache ſur ce tuyau. Le globe, dans cet état, s'enleve dès qu'on l'abandonne à lui-même, & il continue à monter tant que rien ne s'oppoſe à ſa force d'aſcenſion; mais, comme la matiere qui le compoſe n'eſt point imperméable à l'air inflammable, & que celui-ci ſe fait jour par ſes pores, on le voit bientôt retomber, quoiqu'il contienne encore la plus grande partie de ſon air, auquel on peut en ajouter de nouveau, ſi on deſire qu'il s'éleve une ſeconde fois.

Le ſuccès de l'expérience ſeroit plus certain, ſi on recevoit d'abord, l'air inflammable qui ſe dégage de la bouteille, dans des veſſies

de cochon qu'on auroit vidées d'air atmoſphérique en les preſſant, & qui ſeroient garnies de leurs robinets ſur leſquels ſeroit viſſé un petit tube cylindrique de cuivre enfoncé dans le bouchon de la bouteille ; il ne s'agiroit plus que de faire paſſer enſuite l'air inflammable de ces veſſies dans le petit ballon, ce qui ſeroit facile au moyen du tuyau de cuivre & du tuyau de plume ou de baudruche engagés l'un dans l'autre ; le robinet, qu'on auroit eu ſoin de fermer, la premiere opération achevée, étant ouvert de nouveau, l'on preſſeroit, ſur la veſſie, pour en faire ſortir l'air inflammable & le contraindre à aller remplir le ballon, que l'on fermeroit enſuite comme précédemment ; l'air inflammable, ainſi tranſvaſé, eſt plus pur & plus léger, & par conſéquent la force d'aſcenſion du ballon eſt elle-même plus conſidérable, toutes choſes d'ailleurs ſuppoſées égales.

Je préfere cependant de faire paſſer le même fluide à travers l'eau, dans mon appareil *pneumato-chimique* ou *hydro-pneumatique*, en le recevant ſous une cloche de criſtal pleine d'eau, à proportion qu'il ſe dégage du vaiſſeau où il eſt produit, & qui n'eſt autre qu'un flacon préparé de la même maniere que pour dégager l'air fixe. Le récipient

eſt fermé ſupérieurement par un robinet en cuivre, ſur l'extrémité duquel je lie le tuyau de baudruche adhérent au ballon de même matiere, que j'ai deſſein de remplir. L'air inflammable ayant fait baiſſer l'eau de quelques pouces dans la cloche, j'ouvre le robinet, & le même fluide, qui continue à ſe dégager & à monter à travers l'eau, qui le purifie & le rend plus léger, paſſe alors dans le ballon; celui-là ſe gonfle de plus en plus: j'acheve de le remplir en y faiſant entrer l'air inflammable de la cloche, que j'enfonce à cet effet dans l'eau.

Enfin, ſi l'on vouloit remplir un ballon plus conſidérable en peau de baudruche, qui eût, par exemple, 25 à 30 pouces de diamètre, l'on adapteroit un tuyau de fer-blanc courbé à angle droit & en ſens contraire, à ſes deux extrémités, ſur une petite barrique en bois, dont le diſque ſupérieur ſeroit percé de deux trous, l'un pour recevoir le tuyau de fer blanc, l'autre pour introduire la limaille & l'acide; & l'on fermeroit cette ſeconde ouverture, lorſque l'air inflammable ſe dégageroit, afin de l'obliger à paſſer par le tuyau communiquant, à l'extrémité duquel le ballon ſeroit adapté. Il ſeroit à propos que ce tuyau fut renflé dans ſa partie moyenne, & que celle-ci décrivît

une courbe renverſée, on pourroit y renfermer de l'eau qui enléveroit, à l'air inflammable obligé de la traverſer, tout ce qui lui ſeroit étranger & en altéreroit la pureté, en même tems qu'elle raméneroit ſa température à celle de l'air extérieur.

Quelque tems après l'expérience faite au Champ de Mars, le Journal de Paris apprit au Public que MM. *Charles* & *Robert* ſe propoſoient de faire, par ſouſcription, de nouvelles expériences aéroſtatiques, avec un globe de 26 pieds de diamètre, exécuté en taffetas & rempli d'air inflammable, comme l'avoit été le premier. Le 19 Novembre 1783, on lut, dans le même Journal, la notice de ces expériences, & l'on n'apprit pas, ſans intérêt, que deux perſonnes devoient accompagner la machine dans ſon aſcenſion, voguer dans l'atmoſphère à ballon perdu, & ſe ſervir, pour monter & deſcendre à volonté, de moyens auſſi ſûrs que ſimples.

Le départ de ce nouveau ballon eut lieu à Paris, neuf jours après l'expérience faite à la Muette avec la machine de MM. *Montgolfier*, c'eſt-à-dire le 1er. Décembre. A une heure quarante minutes après-midi de ce même jour, l'on vit ce globe s'élancer du Jardin des Thuileries, où il avoit été rempli d'air inflamma-

ble, & s'élever librement dans les airs, portant MM. *Charles* & *Robert* jeune, dans un char couleur d'azur & de 9 pieds de long, où étoient divers inſtrumens météorologiques, les munitions & un leſt de ſable, dont il leur ſuffiſoit de jeter une portion pour accélérer leur aſcenſion. Un filet enveloppoit l'hémiſphère ſupérieur du globe; les Voyageurs l'avoient ſagement oppoſé à la réaction ou à l'expanſion prochaine de l'air inflammable. Sur un cercle en bois, qui ſervoit à aſſujettir ce filet, étoient attachées pluſieurs cordes qui portoient le char, dans lequel les Voyageurs étoient commodément placés. Enfin une ſoupape, qui fermoit une ouverture pratiquée à la partie ſupérieure du ballon, & à laquelle on avoit attaché un cordon qui pendoit juſques dans le char, donnoit la liberté de laiſſer échapper l'air inflammable, lorſque les Voyageurs voudroient deſcendre.

Leur départ fut aſſez ſilencieux, les ſpectateurs étant d'abord partagés entre la ſurpriſe & la crainte; mais les deux Argonautes ayant agité leurs drapeaux en ſigne d'allégreſſe, les applaudiſſemens retentirent de toutes parts. Cependant la machine, parvenue à une très-grande hauteur, s'éloignoit; on ſuppléa aux battemens des mains, en élevant les chapeaux,

& il n'y eut plus qu'un vœu pour le retour des Voyageurs.

Avant l'aſcenſion de cette machine, on vit partir un petit ballon de 5 pieds & demi de diamètre, conſtruit en taffetas verd & rempli d'air inflammable ; il fut lancé par M. *Montgolfier* le jeune, & cet hommage, rendu à l'inventeur de la machine aéroſtatique, fut généralement applaudi. Ce ballon monta perpendiculairement & avec aſſez de rapidité ; éclairé par les rayons du ſoleil, il parut, à une très-grande hauteur, comme une émeraude ; &, lorſqu'on le perdit de vue, on l'auroit pris pour une étoile. Il fut dirigé par le vent d'oueſt, & la machine aéroſtatique par le vent de ſud-eſt, qui la porta en moins de trois heures à plus de neuf lieues de la Capitale.

Les Voyageurs deſcendirent & prirent terre dans les plaines de Neſle. M. *Charles*, ſans deſcendre du char, dreſſa un procès-verbal, que ſignerent M. le Duc de *Chartres*, M. le Duc de *Fitz-James*, & M. *Farret*, Gentilhomme Anglois, qui avoient ſuivi, à cheval, la machine depuis Paris ; les Curés & Syndics des environs qu'on avoit fait avertir, conſtaterent également le ſuccès du voyage.

A quatre heures un quart, M. *Robert* ayant

mis pieds à terre, & le poids total ayant ſouffert une diminution de 130 livres, la machine s'éleva de nouveau dans les airs, à la grande ſatisfaction de M. *Charles*, qui étoit demeuré ſeul dans le char, & qui, en dix minutes, parvint à une hauteur où le baromètre, de 28 pouces 4 lignes qu'il étoit à terre, avoit deſcendu à 18 pouces 10 lignes : d'un autre côté, le thermomètre, qui marquoit à terre 7 degrés & demi au-deſſus de zero, étoit deſcendu à 5 degrés au-deſſous de zéro, terme de la glace; cependant M. *Charles*, en paſſant ainſi preſque ſubitement de la température du printems à celle de l'hiver, n'éprouva d'autre ſenſation que celle d'un froid vif & ſec.

La nuit, le froid, & la promeſſe qu'il avoit faite à M. le Duc de *Chartres*, l'engagerent à deſcendre au bout de 35 minutes; il mit pied à terre à une lieue & demie environ de l'endroit où il avoit laiſſé ſon compagnon de voyage. M. *Farret*, qui ne l'avoit point perdu de vue dans ſa route aérienne, ſe trouva à ſa deſcente, & le conduiſit à ſa maiſon de chaſſe, qui eſt dans le canton. Il en partit le lendemain après avoir vidé & ployé le globe.

Le Lecteur verra ici, avec plaiſir ſans doute, le calcul que M. *Meuſnier*, ſavant Géomètre, a fait des différentes hauteurs auxquelles a dû

parvenir ce globe de 26 pieds de diamètre, d'après la ſeule conſidération des poids que cette machine a portés.

Etat primitif de la machine.

« Le globe auroit déplacé environ 800 livres » d'air, s'il eût été totalement rempli; & le » gas inflammable auroit commencé, preſ- » qu'auſſi-tôt le départ, à s'échapper par l'iſſue » qui lui étoit ménagée, en vertu de l'expan- » ſion dûe à la diminution du reſſort de l'air » extérieur; mais MM. *Charles* & *Robert* ont » obſervé que ce n'eſt qu'à 150 toiſes environ » de hauteur que cet effet a eu lieu; on peut » donc évaluer à $\frac{1}{23}$ partie, ce qu'il s'en falloit » que le ballon ne fût entiérement plein, & le » poids de l'air déplacé ſe trouvera de 771 liv. $\frac{1}{2}$.

» D'où déduiſant : 1°. le poids total de » l'étoffe, du filet, du char, de deux hommes, » du leſt, & autres objets acceſſoires, qui, par » des peſées très-exactes, s'eſt trouvé de 604 l. $\frac{1}{2}$.

2°. L'excès de légéreté de la machine, qui, » par le moyen d'un peſon à reſſort, a été dé- » terminé d'environ. . . . . 20 l.

624 l. $\frac{1}{2}$.

» Il reſte, pour l'air inflammable, un poids » de. . . . . 147 l.

» Le poids de l'air déplacé & celui du gas
» inflammable, ſe trouvant déterminés par-là,
» on en déduit leurs peſanteurs reſpectives,
» qui ſont dans le rapport de 5 $\frac{1}{4}$ à 1 à peu-
» près (1).

Premiere aſcenſion.

» MM. *Charles* & *Robert* ont jeté environ 6
» livres peſant pendant leur premiere aſcen-
» ſion, ce qui a réduit le poids total de 604
» livres $\frac{1}{2}$ à. . . . . 598 l. $\frac{1}{2}$.

» Ainſi, d'après le rapport de peſanteur qui
» vient d'être établi entre les deux airs, &
» qui reſte le même, à quelque point qu'ils
» ſoient dilatés l'un & l'autre, la machine
» n'a pu ſe mettre en équilibre, que quand
» le poids de l'air inflammable a été réduit
» à . . . . . 141 l.

» Et celui de l'air déplacé, à . . . 739 l. $\frac{1}{2}$.

» La machine étant alors parfaitement ten-
» due, & le poids de l'air qu'elle auroit dé-
» placé en cet état à la ſurface de la terre

(1) L'air inflammable qui rempliſſoit le ballon du Champ de Mars, n'étoit que quatre fois plus léger que l'air ordinaire ; cette opération s'eſt donc perfectionnée depuis, & il faut l'attribuer à la précaution priſe par M. *Charles* de faire paſſer le gas à travers l'eau.

» étant de 800 livres, il s'enſuit, par la com-
» paraiſon des poids, que pendant la pre-
» miere aſcenſion, le baromètre a dû deſcen-
» dre de 28 pouces 4 lignes à 26 pouces 2
» lignes & demie, ce qui, pour la tempéra-
» ture de 10 degrés, donne, ſuivant la regle
» de M. de *Luc*, 334 à 335 toiſes d'élévation.

Suite du voyage & arrivée dans la Prairie de Neſle.

» La hauteur qui vient d'être déterminée,
» a éprouvé pluſieurs variations par la déper-
» dition du gas inflammable que faiſoit len-
» tement la machine, & par les portions de
» lest que jetoient les Voyageurs pour en répa-
» rer l'effet ».

» Après avoir jeté en tout 36 livres & de-
» mie, ils ſont deſcendus dans la Prairie de
» Neſle, & le poids déplacé faiſoit alors équi-
» libre à tous ceux que contenoit la machine;
» ces poids ſe trouvent donc réduits de 604
» livres & demie à. . . . . 568 l.

» Celui de l'air inflammable ne devoit plus
» être que de . . . . . 134 l.

» Et celui de l'air déplacé, de. . 702 l.

» Ce réſultat donne, comme on voit, la
» perte d'air inflammable que faiſoit l'enve-

» loppe, de 7 livres à peu-près dans une heure
» & demie.

Seconde aſcenſion.

» M. *Robert* ayant quitté la machine aéroſ-
» tatique, le poids total a ſouffert une diminu-
» tion de 130 liv. ce qui l'a réduit à . . 438 l.

» L'équilibre n'a donc pu avoir lieu de nou-
» veau, qu'à une hauteur où il ne ſeroit reſté
» d'air inflammable que . . . . . 103 l.

» Et où l'air déplacé auroit peſé . . 541 l.

» Il ſuit de-là que, d'après les conſidéra-
» tions précédentes, la hauteur du baromè-
» tre auroit dû diminuer dans le rapport de
» 800 à 541 lignes; ce qui donneroit 19 pou-
» ces 1 lignes $\frac{2}{10}$, aulieu de 18 pouces 10
» lignes que M. *Charles* a obſervé; mais il
» faut faire attention que l'air étant à 5 dé-
» grés de congélation dans la région de l'at-
» moſphère à laquelle ce Phyſicien s'eſt élevé,
» tandis que c'eſt pour une température de
» 10 degrés au-deſſus de la glace que le ballon
» auroit déplacé 800 livres d'air aux environs
» de la ſurface de la terre; ce ſont 15 degrés
» de différence qu'il faut faire entrer dans
» cette comparaiſon des poids d'un même
» volume d'air. En appliquant à cette queſ-
» tion, la regle donnée par M. de *Luc*, pour tenir

» compte des diverſes températures, on trou-
» vera que le baromètre auroit dû baiſſer juſ-
» qu'à 17 pouces 9 lignes; ce qui fait 13 li-
» gnes encore plus bas que M. *Charles* ne
» l'a vu.

» Il réſulte de ce calcul, qu'en évaluant la
» température moyenne de la colonne d'air,
» parcourue par la machine aéroſtatique, à
» un degré au-deſſus de la glace, le point,
» auquel cette machine auroit été en équili-
» bre, ſe trouve à 1878 toiſes 4 pieds; mais
» en calculant, d'après les 18 pouces 10 li-
» gnes annoncés par M. *Charles*, la hauteur
» à laquelle il eſt parvenu ſe réduit à 1643
» toiſes 5 pieds; il ſuit de-là que la perte du
» gas, & ſur-tout l'iſſue que M. *Charles* lui
» a donné pendant ſon aſcenſion, en tenant
» la ſoupape ſupérieure ouverte, ont déter-
» miné la machine à redeſcendre avant d'être
» parvenue au point où elle ſe ſeroit tenue en
» équilibre; il faut ſeulement obſerver en-
» core que, le mercure s'élevant dans le ré-
» ſervoir du baromètre, en même tems qu'il
» s'abaiſſoit dans le tube, la hauteur réelle
» de la colonne, ſoutenue par le poids de
» l'air, a pu être moindre de 3 à 4 lignes
» qu'elle ne le paroiſſoit par la graduation;
» on doit donc augmenter encore de 70 toiſes

» environ

» environ la hauteur qui vient d'être déter-
» minée ; & il en faut conclure que la ma-
» chine aéroſtatique ne s'eſt pas élevée à moins
» de 1700 toiſes ». Voyez le Journal de Paris, du 25 Décembre 1783.

M. le Marquis de *Bullion* enleva, le trois Février ſuivant, à l'Hôtel de M. le Duc de *Luynes*, un ballon fait en papier petit raiſin, dont le diamètre étoit de 14 pieds. Pour le dilater, on employa un fourneau de réverbère de 9 pouces de diamètre, ſurmonté d'un tuyau de poêle de quatre pieds de long. M. de *Bullion* brûla, dans ce fourneau, du charbon, & le ballon fut gonflé en trois minutes ; auſſi-tôt il mit trois ou quatre bottes d'allumettes dans le fourneau, ce qui compléta la diſtenſion de l'aréoſtat : alors M. le Marquis de *Bullion* fixa une éponge plate d'un pied de largeur, dans une capſule de fer-blanc, dans laquelle il mit une pinte d'eſprit-de-vin, ayant eu ſoin d'en imbiber l'éponge, qui ſe chargea d'environ une pinte & demie d'eſprit ardent, auquel il mit le feu.

Ce ballon, ainſi appareillé, partit à deux heures quarante-cinq minutes, & parcourut plus de neuf lieues en moins de trois quarts-d'heure ; il tomba en effet dans une vigne à S. Maurice-Montcouronne, près Baville, comme le cer-

tifia le Curé du lieu, qui le trouva vers les trois heures après-midi.

Des réſultats auſſi ſatisfaiſans, ont fait concevoir les plus grandes eſpérances d'une découverte qui eſt encore à ſon aurore & qui fera époque dans l'Hiſtoire des Sciences, ainſi que dans celle des ſiecles, ſur-tout ſi l'on parvient à lui donner le degré de perfection dont elle eſt ſuſceptible : il eſt inconteſtable que, ſi l'on n'applique pas aux machines aéroſtatiques une force motrice qui ſerve à les diriger à volonté, elles ne pourront être employées avantageuſement que dans un petit nombre de circonſtances. Cette vérité a été très-bien ſentie d'un grand nombre de Savans & d'Artiſtes, qui s'occupent des moyens de rendre les aéroſtats plus utiles & moins diſpendieux ; les uns, en cherchant à diriger ces machines en tout ſens, ainſi que la maniere de s'élever & de s'abaiſſer ſans laiſſer échapper l'eſpece d'air dont elles ſeroient remplies ; les autres, en travaillant à la production d'un fluide qui pût réunir le bon marché à la légéreté qui caractériſe l'air inflammable tiré de la diſſolution du fer : pluſieurs ont encore pour objet, dans leurs recherches, de ſe procurer une enveloppe abſolument imperméable à l'air inflammable, propriété que ne préſente point le taffetas, quoi-

qu'enduit de gomme élaſtique ; cette étoffe eſt d'ailleurs très-chere & peu ſolide.

Enfin, comme le voyage ne ſeroit pas abſolument ſans danger, on cherche les moyens de parer aux poſſibilités d'une chute ſur la terre & dans l'eau ; on veut auſſi ſe préſerver des influences d'une température froide ; ainſi que de l'étincelle électrique, qu'un nuage orageux pourroit lancer, ſoit ſur la machine aéroſtatique, ſoit ſur ceux qui l'accompagneroient. Voilà bien des indications à remplir, avant qu'on puiſſe obtenir de la découverte de MM. *Montgolfier*, tous les avantages qu'elle ſemble promettre : mais la plupart des Compagnies ſavantes de l'Europe s'en occupent ; & il faut eſpérer qu'on pourra achever, avec le tems, ce qui a été ſi heureuſement commencé.

CHAPITRE III.

De l'Air déphlogiſtiqué.

Les noms d'*air déphlogiſtiqué*, *d'air pur*, *d'air dépuré*, *d'air vital*, *d'air empiré*, *d'air du feu*, &c. conviennent à un fluide permanent élaſtique, dans lequel on découvre toutes les propriétés connues de l'air de l'atmoſphère, & principalement celle d'entretenir la combuſtion & la reſpiration. Cette qualité précieuſe, qui ne ſe trouve point dans les fluides aériformes, ſe montre avec plus d'énergie dans l'air déphlogiſtiqué que dans l'air commun : en effet, tous les corps combuſtibles brûlent environ cinq fois plus vîte dans le premier que dans le ſecond, & la lumiere qu'ils y répandent eſt plus brillante & plus vive ; on y peut calciner cinq fois plus d'un métal quelconque, & les animaux peuvent y vivre cinq fois, & même, dans quelques circonſtances, huit à neuf fois plus long-tems que dans le meilleur air atmoſphérique.

L'air déphlogiſtiqué ſe trouve abondamment répandu autour de nous : il fait partie de l'air commun ; & celui-ci paroît lui devoir ſa ſalubrité.

Les végétaux, de quelque eſpece qu'ils ſoient, tranſpirent cet air très-pur; ils le répandent dans notre atmoſphère, & contribuent par-là à l'entretenir dans le degré de pureté néceſſaire pour la vie de l'homme & des animaux. Les plantes ne s'acquittent de cette fonction importante qu'autant que le ſoleil eſt ſur l'horizon, & que cet aſtre les éclaire de ſa lumiere; car toutes, en général, corrompent l'air environnant pendant la nuit, & même en plein jour, ſi elles ſont ombragées par des bâtimens élevés, ou les unes par les autres.

La production de l'air déphlogiſtiqué paroît être réſervée, dans les plantes, aux feuilles, aux tiges & aux rameaux verts qui les ſupportent; les racines, les fleurs & les fruits, à quelque genre de plantes qu'ils appartiennent, exhalent toujours un fluide dangereux à reſpirer, un air méphitique. Ces parties des plantes infectent ainſi l'air qui les environne, pendant le jour & pendant la nuit, à la lumiere & à l'ombre; il faut cependant en excepter quelques racines.

Toutes ces vérités, entrevues d'abord par M. *Prieſtley*, ſont établies ſur un grand nombres d'expériences, connus de tous ceux qui

ont lu l'ouvrage de leur ſavant Auteur, M. *Ingen-Houſz* (1).

Indépendamment de cette quantité prodigieuſe de plantes, que la lumiere du ſoleil rend propres à la production d'un air très-pur, le ſeul qui ſoit capable d'entretenir la vie des animaux, un très-grand nombre de ſubſtances différentes contiennent également de cet air dit *déphlogiſtiqué*.

On peut le retirer du nitre, du mercure précipité *per ſe*, du mercure précipité rouge, du *minium*, de la magnéſie & de la pierre calaminaire, en expoſant ſéparément ces différentes ſubſtances à la chaleur des charbons allumés ou à celle que produiſent les rayons du ſoleil, au foyer des loupes & des miroirs ardens.

Je dois cependant obſerver, à l'égard du *minium*, que cette chaux de plomb, faite récemment, ne donne point d'air ou n'en donne que fort peu, quoiqu'expoſée à un feu très violent, tandis qu'elle en produit une grande quantité, ſi elle eſt demeurée pendant long-tems en contact avec l'air commun.

L'air, qui ſe dégage du nitre & des chaux

(1) Expériences ſur les Végétaux. Vol. in-8°, traduit de l'Anglois, par l'Auteur, 1780.

de mercure, eſt le plus pur & le plus abondant; une once de nitre, par exemple, a produit, dans les expériences de M. l'Abbé *Fontana*, 100 fois ſon volume d'air très-pur; & M. *Prieſtley*, qui les a répétées ſur deux onces du même ſel, en a retiré le même fluide ſous un volume 500 fois plus grand que ne l'avoit obtenu le premier.

L'air déphlogiſtiqué eſt également produit par toute eſpece de terre humectée avec de l'acide nitreux & ſoumiſe enſuite à un degré de chaleur plus ou moins conſidérable; les terres ou chaux métalliques, traitées ainſi avec cet acide, en fourniſſent davantage que les terres calcaires, & celles-ci beaucoup plus que les autres eſpeces de terre; la même terre peut être employée avec de nouvel eſprit de nitre un plus ou moins grand nombre de fois; la quantité d'air pur, qui ſe dégage du mélange, dépend, toutes choſes d'ailleurs égales, de la quantité d'eſprit de nitre que l'on emploie dans l'opération. Le plus pur, eſt celui que l'on retire du nitre lunaire, qui eſt un ſel produit par l'union de l'acide nitreux avec l'argent.

L'air déphlogiſtiqué peut auſſi être retiré du vitriol verd, du vitriol bleu, du vitriol blanc, du turbith minéral, & généralement

de tous les ſels formés par la combinaiſon de l'acide vitriolique avec une terre métallique ; l'alun, & les autres ſels vitrioliques à baſe terreuſe, ſont dans le même cas, ainſi que la chaux-vive, lorſqu'elle eſt mêlée avec l'huile de vitriol. C'eſt par l'action véhémente du feu, dirigée ſur ces ſubſtances différentes, que l'on peut parvenir à en dégager l'air déphlogiſtiqué.

On obtient encore ce fluide, dans un fort grand degré de pureté, de l'or diſſout dans l'eau régale, faite d'acide marin & d'acide nitreux purs, en évaporant la ſolution & l'expoſant enſuite à un feu violent.

J'ai retiré de l'air déphlogiſtiqué d'un mélange d'eſprit de nitre & d'eſprit de ſel marin mis en diſtillation, ainſi que de l'huile de vitriol & de l'acide nitreux traités de la même maniere, & M. *Prieſtley* en a depuis obtenu en chauffant ſimplement l'acide nitreux dans une cornue (1).

On peut enfin, ſuivant M. l'Abbé *Fontana*, tirer de l'air déphlogiſtiqué très-pur de toutes les ſubſtances, ſoit végétales, ſoit animales, ſoit minérales, lorſqu'on eſt parvenu à dépouiller ces corps de tout leur

(1) Journal de Phyſique, Juin 1783 ; pag. 465

phlogiſtique & à les réduire en chaux ou en cendres.

Parmi les moyens que l'on peut employer pour ſe procurer cet air vital en telle quantité qu'on deſire, lorſqu'on a pour objet d'en faire connoître les belles propriétés, il n'y en a point de plus faciles & de moins diſpendieux que ceux que je vais indiquer.

On renferme, dans un petit matras de criſtal, une once ou deux de mercure précipité rouge; on adapte & on lute exactement, au col de ce matras, un tube communiquant: c'eſt une eſpece de ſiphon, dans lequel la croſſe eſt remplacée par une branche horizontale de 15 à 18 pouces de longueur, & dont la jambe plus longue eſt recourbée de bas en haut à ſon extrémité, ce qui permet de l'engager dans l'échancrure pratiquée dans la tablette de l'appareil hydro-pneumatique, dont nous avons parlé en traitant de l'air fixe. Le tube, étant plongé dans l'eau de cet appareil, & ſon orifice inférieur étant lui-même à niveau de la planchette, on place le ventre du matras au milieu des charbons allumés; ayant attention de ne l'en approcher que par degrés, ſans quoi une chaleur trop vive & bruſquement communiquée le feroit caſſer; on augmente enſuite l'activité du feu & on

l'entretient, par le moyen d'un ſoufflet, & de nouveaux charbons que l'on ajoute aux premiers s'il eſt néceſſaire. Bientôt la chaux de mercure ſe revivifie ou reprend la forme de mercure coulant, dont une partie, réduite en vapeurs, vient ſe condenſer & adhérer dans le haut du matras, ainſi que ſur une partie du tube; en même tems l'air déphlogiſtiqué ſe dégage de cette chaux & va, par le tube communiquant, ſe rendre dans un flacon plein d'eau & renverſé au-deſſus de l'échancrure faite dans la planchette qui lui ſert d'appui; il y paſſera très-pur, ſi l'on a eu la précaution de laiſſer échapper, dans l'atmoſphère, tout l'air commun renfermé naturellement dans le matras & dans le tube. Le développement de l'air déphlogiſtiqué s'annonce ordinairement ici par une eſpece de nuage qui s'éleve dans le col du matras; ce n'eſt que quelques inſtans, après que ce nuage s'eſt fait appercevoir, qu'il faut recevoir le produit de l'opération ou l'air déphlogiſtiqué, ſi on veut l'avoir très-pur. Souvent il paſſe ſous un aſpect nébuleux & trouble l'eau à travers laquelle il s'échappe, ce qui dépend de l'état dans lequel ſe trouve le précipité rouge; cette chaux mercurielle, produite par la diſſolution du mercure dans l'acide nitreux, ſuivie d'une deſſiccation, à l'aide du feu ou de la

chaleur, eſt le plus ſouvent avec excès d'acide nitreux, & c'eſt vraiſemblablement cet acide qui ſe manifeſte, dans la réduction du précipité, par des vapeurs rouges, qui rempliſſent la partie vide du matras, & qui, venant à s'emparer du mercure, réduit lui-même en vapeurs, le diſſolvent & en forment un ſel particulier, qui donne à l'air déphlogiſtiqué, ainſi qu'à l'eau, à travers laquelle on le reçoit, une couleur laiteuſe ou blafarde, que l'on enleve cependant au premier en le battant dans l'eau pendant quelques inſtans.

Lorſque le premier flacon, dans lequel on a reçu l'air déphlogiſtiqué du précipité rouge, ne contient plus que quelques lignes d'eau, ſuffiſantes pour rendre à l'air ſa tranſparence, on le remplace par un ſecond, également plein d'eau & renverſé, & tandis que l'air déphlogiſtiqué y paſſe, on amene le premier au-delà des bords de la planchette, puis on le bouche exactement avant que de le retirer de l'eau & de le mettre ſur ſon fond.

Le précipité rouge étant toujours chauffé fortement, il continue à ſe réduire en mercure coulant & à donner de l'air déphlogiſtiqué, que l'on reçoit dans autant de flacons qu'il eſt néceſſaire; mais enfin, il vient un inſtant où l'on n'en peut plus obtenir, quoi-

que la réduction ne ſoit pas totale : cependant, ſi l'opération eſt bien conduite, on retirera, de deux onces de précipité rouge, ſix pintes & plus d'air très-pur.

Il arrive ſouvent que le matras dans lequel on fait cette réduction, ſe fond & s'alonge au point de crever, avant qu'on ait obtenu toute la quantité d'air déphlogiſtiqué que la chaux employée peut fournir. Alors ce qui reſte de celle-ci ſe répand, ainſi que le mercure déjà formé, ſur les charbons ardens, & l'on a le déſagrément d'être obligé de recommencer l'opération ſur de nouveaux frais. Il y a plus ; le mercure coulant ſur les charbons, s'y réduit bientôt en vapeurs, qu'il ſeroit très-dangereux de reſpirer : pour parer à ce double inconvénient, je me ſers communément, dans cette opération, d'un matras, dont la plus grande partie du ventre eſt enveloppée d'une calotte de fer battu, maintenue en ſituation par des fils-d'archal ou de laiton qui y ſont attachés en forme d'anſes, ainſi qu'à un anneau de fer qui embraſſe le col du matras dans ſa partie inférieure. Ce matras, contenant la chaux métallique que j'ai deſſein de réduire, & étant de plus établi convenablement pour être chauffé, je fais couler du ſable ſec & très-fin dans la calotte de fer ; il s'interpoſe

entr'elle & le fond du matras, & ſert à communiquer une chaleur égale à toutes les parties du verre qui ſe trouvent en contact avec lui ; il ſert auſſi, conjointement avec la capſule de fer, à empêcher que ce verre, aſſez chaud pour ſe fondre & couler, ne cede au poids de la matiere qu'il renferme ; & ainſi le ſuccès de mon opération eſt aſſuré.

C'eſt par un procédé peu différent du précédent que l'on parvient à extraire, du nitre, la quantité prodigieuſe d'air déphlogiſtiqué que contient cette ſubſtance ſaline, connue plus généralement ſous le nom de *ſalpêtre*, & dont les principes conſtituans ſont l'acide nitreux & l'alkali fixe végétal. L'air qu'on en retire n'eſt pas, à la vérité, auſſi pur que celui du précipité rouge ; mais la différence eſt trop peu de choſe pour ne préférer pas l'emploi d'une ſubſtance auſſi riche en air déphlogiſtiqué ; le nitre eſt d'ailleurs plus facile à trouver & moins diſpendieux que le précipité rouge. Lorſque j'ai recours au premier, ce qui m'arrive chaque fois que j'ai beſoin d'une très-grande quantité d'air pur, je me ſers encore, dans l'opération, d'un matras de verre blanc, dont le col a au moins 8 pouces de longueur, & dont la panſe eſt ſuffiſamment grande pour contenir, par exemple, ſix onces de nitre,

en ſuppoſant que la quantité qui lui eſt deſtinée ſoit de quatre onces ſeulement. Le nitre de la troiſiéme cuite eſt celui que je préfere, par la raiſon qu'il eſt le plus pur. Après l'avoir briſé & réduit en grains très-fins, dans un mortier de verre, je lui fais éprouver quelques dégrés de chaleur, afin de lui enlever un peu de ſon eau de criſtalliſation & de le rendre plus ſec ; je chauffe également le matras, ſi je m'apperçois qu'il ſoit humide intérieurement : cela fait, j'y projette le nitre ; je lute enſuite, à l'ouverture du matras, un tube communiquant ſemblable au précédent ; après quoi je renferme ce matras dans un creuſet d'argile aſſez profond & aſſez large pour qu'il y ſoit environné & couvert de ſable bien ſec ; il faut cependant que le col du matras dépaſſe des deux tiers à peu-près les bords du creuſet. Je tranſporte alors ce dernier dans un fourneau d'alambic, où je l'établis ſolidement, tandis qu'une autre perſonne engage l'extrémité récourbée du tube communiquant, dans l'échancrure de l'appareil hydro-pneumatique, établi, dans ce cas, près du fourneau : les choſes étant ainſi diſpoſées, on allume le feu & on l'augmente par degrés. L'air ordinaire, qui eſt contenu dans le matras, ſe dilate bientôt & s'échappe par le tube communiquant ; l'eau

de criſtalliſation du nitre, entrant elle-même en expanſion, ſe porte également au-dehors. Enfin, le nitre éprouvant une chaleur de plus en plus forte, devient fluide & acquiert de la rougeur, ainſi que le matras qui le renferme. Cependant l'air déphlogiſtiqué ne ſe dégage point encore ; c'eſt au contraire l'inſtant où j'ai preſque toujours obſervé qu'il ſe faiſoit un vide dans le matras ; l'eau, dans laquelle le tube communiquant eſt plongé, cédant alors à la plus forte preſſion de l'air ambiant, je l'ai vue s'élever progreſſivement dans ce tube & quelquefois couler dans le matras, & mettre fin à mon opération en le faiſant éclater. Aujourd'hui, pour n'avoir plus à craindre cet inconvénient, je fais tranſvaſer l'eau contenue dans mon appareil, juſqu'à ce que la ſurface de ce liquide ſoit inférieure à l'ouverture du tube communiquant, & cela, dès le commencement de l'opération. Le nitre & le matras étant très-rouges, c'eſt alors que l'air déphlogiſtiqué commence à s'échapper ; afin de m'en aſſurer, je verſe un peu d'eau dans la petite courbure du tube ; & ſi je la vois rejetée en partie & par inſtant, j'en conclus que cet air pur ſe dégage : on verſe alors dans la cuve l'eau qu'on en a enlevée,

& je recueille l'air déphlogiſtiqué comme précédemment.

L'air déphlogiſtiqué, à quelque eſpece de ſubſtance qu'il ait appartenu, n'affecte ni l'organe de l'odorat ni celui du goût, ſi ce n'eſt à la maniere de l'air atmoſphérique : ainſi que ce dernier, il ne manifeſte ſa préſence que par les eſpaces qu'il occupe, ou encore par la propriété qu'il a de ſe dilater & de ſe condenſer, ou enfin par une autre propriété qui lui eſt commune, non-ſeulement avec l'air ordinaire & toutes les ſubſtances aériformes, mais même avec toute matiere quelconque ; je veux parler de ſa peſanteur ou de ſon poids abſolu, qu'il ne faut pas confondre avec ſa peſanteur ſpécifique, qui eſt, de l'aveu de tous les Phyſiciens, plus grande que celle de l'air commun. En liſant les *Recherches phyſiques ſur la nature de l'air nitreux & de l'air déphlogiſtiqué*, par M. l'Abbé *Fontana*, l'on voit que ce célebre Phyſicien a obtenu, de 192 grains de précipité *per ſe*, 26 pouces & demi cubes d'air déphlogiqué, qu'il eſtime peſer 13 grains & $\frac{8}{9}$; le mercure revivifié s'étant trouvé peſer 178 grains & $\frac{1}{5}$. Suivant ce calcul, l'air déphlogiſtiqué péſeroit un demi-grain & un peu plus par pouce cube ; cependant

M. *Lavoiſier*

M. *Lavoiſier* eſtime à 2 tiers de grain environ le poids du pouce cube du même fluide. Enfin, M. *Prieſtley* ayant chauffé, dans un canon de fuſil, 2 onces & 4 ſcrupules de *minium*; cette chaux de plomb a produit, dans ſa réduction, 26 meſures d'air déphlogiſtiqué, & une once 16 ſcrupules 18 grains de plomb, en ſorte que le poids, de la quantité d'air obtenue, ſembloit être de 7 ſcrupules & 6 grains; ce qui eſt hors de toute proportion, de l'aveu même de M. *Prieſtley*; il comprit dès-lors que, pour découvrir la peſanteur ſpécifique de l'air déphlogiſtiqué, la plus fautive de toutes les méthodes, étoit de peſer avant & après l'extraction, les matieres qui donnent cet air pur. Le moyen qui lui parut préférable, ce fut celui de M. *Cavendish*, qui conſiſte à remplir un flacon de l'air dont on veut connoître le poids, & à le peſer enſuite à une balance très-ſenſible; mais il reconnut bientôt que ce moyen, très-ſimple en lui-même, étoit bien éloigné d'être exact, attendu que le flacon devant être préalablement rempli d'eau pour qu'on puiſſe y faire paſſer de l'air, on ne peut point être sûr que l'eau en ait été également épuiſée, lorſqu'on répete l'expérience avec un air différent de celui que l'on vient de peſer.

Pour parer à cet inconvénient, M. *Prieſtley* crut devoir ſe ſervir d'une veſſie, parce qu'il pouvoit faire paſſer de l'air dans cette veſſie & l'en remplir ſans la mouiller; l'ayant donc d'abord remplie d'air atmoſphérique, il trouva qu'elle peſoit 7 ſcrupules & 19 grains, puis, ayant fait échapper cet air en comprimant la veſſie, il fit paſſer, dans cette derniere, un volume égal d'air déphlogiſtiqué, & ſon poid ſe trouva être alors de 7 ſcrupules & 17 grains. Je crois ſuperflu d'obſerver que la difficulté d'expulſer entiérement l'air de la veſſie dans toutes les expériences qu'on a à comparer, rend cette méthode défectueuſe, & que celle que nous avons indiquée, en parlant de l'air fixe, mérite la préférence, comme étant la plus exacte & la plus sûre.

L'air déphlogiſtiqué eſt incomparablement plus pur que l'air atmoſphérique; tous les Phyſiciens en conviennent également, & voici ce qui le prouve.

1°. M. *Prieſtley* eut la curioſité de reſpirer ce fluide; il ſe ſervit, pour cela, d'un ſiphon de verre qui communiquoit avec une cloche qui en étoit remplie. La ſenſation qu'éprouverent ſes poumons ne fut pas à la vérité différente de celle que cauſe l'air commun; mais ſa poitrine ſe trouva ſinguliérement dégagée & à l'aiſe pendant quelque tems.

2°. Le même Phyſicien ayant pris des animaux de même eſpece, de même âge, & également vivaces en apparence, il les renferma ſéparément ſous des cloches de verre de même capacité, les unes pleines d'air atmoſphérique très-pur, & les autres remplies d'air déphlogiſtiqué; il fit en ſorte que ces cloches, expoſées à la même température, n'euſſent intérieurement aucune communication avec l'air du dehors, & il obſerva, que les animaux, deſtinés à vivre dans l'air déphlogiſtiqué, le reſpiroient plus gracieuſement & plus long-tems que les autres ne reſpiroient l'air commun au milieu duquel ils étoient renfermés : ceux-ci eurent altéré l'air bien plus tôt que les premiers, qui ne périrent que long-tems après eux.

3°. Si l'on remplit d'air déphlogiſtiqué, un petit vaiſſeau cylindrique, en l'y faiſant paſſer à travers l'eau, & qu'après l'avoir remis ſur ſon pied, on y plonge un bout de bougie allumée, la flamme de celle-ci y deviendra plus grande, plus vive, plus ardente & plus lumineuſe; la clarté qu'elle répandra alors ſera éblouiſſante, ſur-tout ſi l'expérience ſe fait dans l'obſcurité.

4°. Si on remplit, une ſeconde fois, d'air

déphlogiſtiqué, le même vaiſſeau, en opérant comme la premiere fois, & qu'on y plonge enſuite la bougie, immédiatement après l'avoir éteinte en ſoufflant ſa flamme, elle s'y rallumera avec une exploſion très-ſenſible. Je crois être le premier qui ait obſervé ce phénomène & qui en ait donné l'explication ; elle eſt fondée ſur ce que, les vapeurs que le lumignon répand dans cette circonſtance, ſont inflammables, & d'autant plus diſpoſées à s'enflammer, qu'elles ſont fort dilatées par la chaleur, & de plus environnées d'un fluide qui favoriſe étonnamment la combuſtion. Ces vapeurs ſont une eſpece d'air inflammable, qui, pour brûler le plus rapidement poſſible & avec détonation, emprunte ici le ſecours de l'air déphlogiſtiqué, après s'être allumé à la faveur de quelques particules embraſées adhérentes encore au lumignon, & d'ailleurs animées par le contact du même fluide.

5°. Si on deſcend, dans un vaiſſeau plein d'air déphlogiſtiqué, un charbon qui ſoit à peine allumé ou preſqu'éteint, en ſe ſervant, comme pour la bougie, d'un fil de métal, mais dont l'extrémité inférieure ſoit tournée en ſpiral conique, afin que le charbon y demeure engagé, on verra auſſi-tôt celui-ci pétiller,

jeter des étincelles, & s'enflammer bien plus promptement que ſi on faiſoit jouer deſſus un fort ſoufflet.

6°. Si l'on prend un morceau de bois verd, par exemple un brin de bouleau, &, qu'après l'avoir allumé par une de ſes extrémités, on l'introduiſe dans un vaiſſeau rempli d'air déphlogiſtiqué, on ſera agréablement ſupris de le voir à l'inſtant brûler avec flamme, malgré ſa verdeur & ſon peu de diſpoſition à la combuſtion.

7°. Prenez un morceau de camphre, de la groſſeur d'un pois; allumez-le, &, après l'avoir poſé dans une petite cuiller, fixée à angle droit à une tige de métal, plongez-le auſſi-tôt dans un bocal de verre blanc qui contienne environ 30 pouces cubiques d'air déphlogiſtiqué: la flamme qu'il y répandra formera une gloire ſemblable à une étoile étincelante, ſuſceptible d'éclairer un très-grand eſpace.

8°. La combuſtion du phoſphore, dans l'air déphlogiſtiqué, eſt encore plus ſurprenante; mais cette expérience exige quelques précautions.

Il faut couper le phoſphore ſous l'eau; ne le retirer de l'eau qu'au moment où l'on veut en faire uſage; le mettre ſur du papier gris

pour le ſécher, en obſervant de ne point le frotter, pour qu'il ne s'allume point; le poſer avec une pince, dans la petite cuiller de l'expérience précédente, & n'en prendre que la quatriéme partie, de la groſſeur d'un pois, ſuffiſante pour un bocal contenant 30 à 40 pouces cubiques d'air déphlogiſtiqué. Si l'on en employoit un morceau plus conſidérable, la flamme ſeroit trop étendue au moment de l'immerſion, & le vaiſſeau ſe briſeroit.

Pour que cette expérience faſſe tout ſon effet, il convient de la faire de nuit; on allume le phoſphore à une petite bougie, que l'on éteint immédiatement après. Cela fait, on plonge ce phoſphore dans l'air déphlogiſtiqué environ juſqu'à la moitié de la profondeur du vaſe; auſſi-tôt il y jette un éclat que l'œil ne ſauroit ſoutenir, & le vaſe ne tarde pas à ſe remplir d'une vapeur plus brillante que la flamme du phoſphore même.

On n'a point à craindre d'exploſion, parce que le phoſphore, qui ſe trouve dans le centre de l'inflammation, conſume l'air fulminant, à meſure que ſa combuſtion le produit par le mélange de l'air inflammable qui s'en dégage avec l'air déphlogiſtiqué du bocal; il ne faut cependant pas fermer exactement le col de celui-ci, afin de laiſſer un paſſage à l'air que

la flamme dilate ; & l'on doit uſer de la même précaution, & pour la même raiſon, dans l'expérience précédente, ainſi que dans toutes celles du même genre (1).

9°. M. *Forſter*, Profeſſeur célebre de l'Univerſité de Gottingue, avoit raſſemblé huit vers-luiſans mâles, de l'eſpece que *Linné* nomme *lampyris ſplendidula* ; il en prit quatre, & les mit ſous un bocal fermé, rempli d'air déphlogiſtiqué. A l'inſtant même, il apperçut une différence très-conſidérable ; la lumiere de ces vers, vacillante à l'air libre, très-claire un moment, terne un inſtant après & imperceptible, lui parut être permanente dans l'air déphlogiſtiqué & infiniment plus brillante.

Ces mêmes inſectes ſembloient ſe plaire dans l'air déphlogiſtiqué ; ils s'y promenoient vivement, & s'animerent beaucoup, après qu'on eut tranſporté le bocal qui les contenoit dans un endroit chaud.

M. *Forſter* voulut s'aſſurer que les vers-luiſans, dont il s'étoit ſervi, n'étoient pas préciſément les quatre les plus lumineux ; il introduiſit, dans le même bocal, les quatre vers-luiſans qu'il avoit laiſſés en réſerve dans l'air

(1) Journal de Phyſique, Juillet, 1783.

atmoſphérique, & ces derniers éprouverent auſſi-tôt le même changement.

La lumiere étoit ſi forte, qu'un ſeul de ces inſectes ſuffiſoit pour lire les Annonces ſavantes de Gottingue, tandis qu'on ne les liſoit que difficilement avec les quatre réunis en plein air : peut-être cette difficulté provenoit-elle du peu de ſtabilité de leur lumiere dans ce dernier cas; ces feuilles périodiques ſont imprimées en très-petit caractere.

Les vers-luiſans, retirés de l'air déphlogiſtiqué, conſerverent encore, pendant quelques minutes, tout leur éclat; enſuite leur lumiere s'obſcurcit, & ils revinrent à leur état variable; l'air pur n'avoit été que très-peu phlogiſtiqué par le ſéjour des vers-luiſans dans le bocal; le bois y brûloit encore avec la plus grande vivacité.

M. *Forſter* croit que, dans les vers-luiſans, la reſpiration contribue à la production de leur lumiere qu'il fait dépendre d'ailleurs d'une matiere phoſphorique diſſoute dans un fluide animal, en partant de ces deux obſervations, qu'une diſſolution de phoſphore artificiel dans l'huile de géroſle, rend de la lumiere à l'air libre ſans brûler, & que ſi on écraſe un ver-luiſant, la matiere gluante qui s'attache aux doigts reluit encore quelque tems.

Le même Phyſicien penſe qu'il convient de reſtreindre infiniment l'opinion, adoptée juſqu'à préſent, que la lumiere du ver-luiſant dépend de ſa volonté; il croit que la reſpiration la détermine, que la lumiere brille au moment même de l'inſpiration, & qu'elle s'affoiblit à meſure que l'air inſpiré ſe charge de plus en plus de phlogiſtique, & néceſſite une nouvelle reſpiration. L'air déphlogiſtiqué, à raiſon de ſon extrême pureté, ſe charge d'une plus grande quantité de ce principe inflammable, & ſoutient la lumiere phoſphorique d'une reſpiration à l'autre dans le même éclat; tandis que, dans l'air atmoſphérique, cette lumiere diſparoît ſouvent en entier, ſoit que les reſpirations de ces animaux ſe ſuccèdent très-lentement, & que, vers la fin de leur durée, ils n'aient plus que la quantité d'air dont ils ont beſoin pour vivre, mais point celle qu'il faut pour l'entretien de leur lumiere; ſoit qu'en effet ils ferment à volonté les canaux qui conduiſent l'air vers la ſecrétion phoſphorique. L'air déphlogiſtiqué rendant cette lumiere permanente, il vaincroit donc ce mouvement volontaire de l'animal, s'il exiſte, & le forceroit à luire malgré lui (1).

(1) Journal de Phyſique, Juillet, 1783.

10°. Si l'air déphogiſtiqué eſt mêlé avec deux fois ſon volume d'air inflammable, & que ce mélange ſoit renfermé dans un vaiſſeau très-réſiſtant où l'on puiſſe diriger une étincelle électrique, ſuffiſante pour l'allumer; on produira, de cette maniere, une inflammation plus bruſque & une exploſion incomparablement plus forte que ſi l'on ſe ſervoit, dans cette expérience, de l'air atmoſphérique, même le plus pur, mêlé avec la moitié de ſon volume d'air inflammable; c'eſt une obſervation que j'ai déjà faite en traitant de ce dernier fluide, & que je crois devoir rappeler ici.

11°. Si l'on fait paſſer, dans une veſſie de cochon liée très-exactement ſur un robinet, deux parties d'air inflammable, & une ſeule partie d'air déphlogiſtiqué, en un mot, un mélange de ces deux fluides, fait de maniere à ce que l'air inflammable puiſſe brûler en entier & inſtantanément. Si l'on monte enſuite, ſur le robinet de la veſſie, un tuyau de métal de 8 à 10 pouces de longueur, & dont le canal ſoit très-étroit, ſur-tout à l'extrémité la plus éloignée de la veſſie; on pourra, à l'aide de ce tuyau, diriger & faire paſſer à travers de l'eau de ſavon, les deux eſpeces d'air que contiendra la veſſie: il ſuffira, pour

cela, de plonger ſon extrémité dans un petit baſſin rempli de cette eau, & en tenant la veſſie ſous le bras, de la preſſer après avoir ouvert ſon robinet; on produira, de cette maniere, un grand nombre de bulles qui ſe rangeront ſur la ſurface de l'eau, & y demeureront aſſez de tems pour qu'on ait celui d'en approcher une lumiere, toutefois après avoir fermé le robinet de la veſſie & retiré le tube; on aura encore l'attention de ſe tenir au loin, & de ſe ſervir, pour porter la lumiere vers ces bulles, d'une tige, en métal ou en bois, d'un pied & plus de longueur; car on doit s'attendre ici à une inflammation très-bruſque, & à une exploſion très-vive. Cette expérience, très-facile à faire, peut ſe répéter pluſieurs fois de ſuite, lorſque la veſſie contient deux à trois pintes de fluide inflammable.

12°. Enfin, prenez un fil d'acier, dont le diamètre ſoit d'environ un tiers de ligne, & la longueur à peu-près de 18 pouces; formez-en une ſpirale, en le courbant autour d'un morceau de bois cylindrique de 6 lignes au plus de diamètre, duquel vous le ſéparerez enſuite; courbez, à angle droit, les deux extrémités de ce fil, afin de les implanter, l'une dans un bouchon de liége, & l'autre dans un

morceau d'agaric mâle de chêne, un peu plus gros qu'un pois; ayez encore une bouteille de verre très-blanc, à goulot renverſé, & contenant une chopine & même davantage. Vous remplirez d'air déphlogiſtiqué, cette bouteille, en le faiſant paſſer à travers l'eau. Cela fait, vous allumerez, à la flamme d'une bougie, le petit morceau d'agaric fixé à l'extrémité du fil d'acier, & vous le laiſſerez réduire en charbon. Juſques-là, vous le verrez brûler avec flamme & produire de la fumée; en même tems l'extrémité du fil de métal s'échauffera & deviendra rouge. Si on le plonge alors, avec le charbon d'agaric, dans l'air déphlogiſtiqué contenu dans la bouteille, & que l'on ferme cette derniere, en laiſſant ſimplement le bouchon de liége au-deſſus de ſon ouverture, l'agaric ne tardera pas à ſe conſumer dans ce fluide; la rougeur du métal s'y changera elle-même en une ardeur étincelante; il s'embraſera & ſe fondra en répandant une lumiere ſi vive, qu'on ne peut mieux la comparer qu'à celle du ſoleil. Dès qu'un petit globule de matiere fondue ſe ſera détaché & précipité au fond de la bouteille, il s'en formera un ſecond, puis un troiſiéme, & ſucceſſivement un très-grand nombre, juſqu'à ce que le fil d'acier ſoit entiérement conſumé,

ou que l'air déphlogiſtiqué de la bouteille ſoit tellement altéré, qu'il ne puiſſe plus entretenir la combuſtion.

Il faut obſerver de ne pas ſecouer la bouteille lorſque le fil de fer brûle, parce que la partie fondue s'en détache facilement & entraîne la flamme avec elle.

L'acier, formé & fondu en petits boulets, conſerve ſon ardeur ou ſa chaleur ſuffiſamment de tems pour faire éclater le fond de la bouteille, lorſqu'il a même un pouce d'eau à traverſer pour atteindre ce fond. L'auteur de cette ſuperbe expérience, M. *Ingen-Houſz*, a imaginé un appareil, pour lequel on n'a point à craindre le même inconvénient, ſon fond étant de laiton; il eſt d'ailleurs conſtruit de maniere à ce que l'on puiſſe faire ſervir, à l'embraſement des fils métalliques dans l'air déphlogiſtiqué, la décharge d'une jarre ou d'une batterie électrique. On trouvera la deſcription de cet appareil dans les *Mélanges de Phyſique & de Medecine*, de M. *Ingen-Houſz*, ainſi que dans le *Journal de Phyſique* du mois de Juillet 1783.

La combinaiſon de l'air déphlogiſtiqué avec l'air nitreux, dont je parlerai bientôt; la diminution qu'il éprouve de la part de ce dernier, plus conſidérable que n'eſt celle que

préſente l'air commun dans la même circonſtance, eſt encore une forte preuve de l'extrême pureté de l'air déphlogiſtiqué, ainſi qu'on le verra dans le tems.

Après avoir indiqué la plupart des expériences que l'on peut faire ſur ce fluide, pour en établir les propriétés & démontrer ſur-tout qu'il favoriſe étonnamment la reſpiration & la combuſtion, je rappellerai que la végétation des plantes, au ſoleil, & la décompoſition, par le feu, de pluſieurs ſubſtances ſalines & terreuſes, ſont les deux grands moyens dont la Nature & l'Art ſe ſervent pour produire cet air vital, ce vrai *pabulum vitæ*; & je ferai d'abord, à l'égard de ce premier moyen, quelques obſervations qui me paroiſſent importantes.

Si l'air étoit viſible, nous ſerions peut-être convaincus que les plantes ont une eſpece de reſpiration comme les animaux; que les organes de cette fonction ſont les feuilles; que celles-ci ont des pores abſorbans & d'autres excrétoires; que la plupart des conduits abſorbans ſont placés à la ſurface ſupérieure des feuilles, & les excrétoires principalement à la ſurface inférieure, ſur-tout dans les arbres; que de ces conduits excrétoires s'échappe cette pluie abondante, mais inviſible, d'air déphlo-

giſtiqué, qui contribue le plus à entretenir l'atmoſphère dans un degré de pureté néceſſaire à la conſervation des animaux. Cependant nous pouvons ſurprendre ici la Nature ſur le fait, en enveloppant ſubitement d'eau, une plante quelconque, ou en plongeant ſes feuilles toutes vivantes ſous l'eau, dans laquelle elles reſtent en vigueur, & par conſéquent peuvent continuer une partie de l'opération à laquelle elles étoient occupées immédiatement auparavant. De cette maniere, on voit diſtinctement des bulles d'air ſortir de toute la ſurface des feuilles, ſi l'expérience ſe fait au ſoleil ou en plein jour dans un lieu ouvert & bien éclairé, & ſi les feuilles ſont plongées dans de l'eau de ſource fraîchement tirée; car M. *Ingen-Houſz* a remarqué qu'elles ſe couvrent de bulles d'air plus lentement & en moins grand nombre dans l'eau de riviere, moins encore dans l'eau de pluie; & moins que dans toute autre dans l'eau ſtagnante des marais, l'eau bouillie ou diſtillée.

Je dis que les feuilles, dans ces circonſtances, peuvent continuer en partie leur travail; car, comme l'a très-bien obſervé M. *Ingen-Houſz*, quoiqu'elles puiſſent dans l'eau, répandre leur air comme hors de l'eau, elles ne peuvent cependant plus en abſorber de nou-

veau de la maſſe de l'atmoſphère, à cauſe de l'eau qui les entoure & qui intercepte leur communication avec le fluide atmoſphérique ; il eſt donc très-probable que, ſi les feuilles rendent par leurs pores une certaine quantité d'air, lorſqu'elles ne peuvent pas réparer cette perte par l'abſorption d'un air nouveau, elles en répandent en abondance dans l'état naturel, ou elles peuvent en abſorber autant qu'elles en perdent.

Pour obtenir l'air déphlogiſtiqué des feuilles, il faut choiſir le tems auquel le ſoleil éclaire déjà l'horizon ſuffiſamment pour avoir, par l'influence de ſa lumiere, ou éveillé les plantes engourdies pendant la nuit, ou renouvelé leur action interrompue pendant l'obſcurité, ou enfin excité le mouvement vital dans les organes par leſquels cet air ſe ſépare. On peut s'aſſurer que deux ou trois heures après le lever du ſoleil, toutes les plantes ſont aſſez animées pour donner ce fluide aérien ; on plonge un bocal de verre blanc & tranſparent dans une cuve pleine d'eau de ſource fraîchement tirée, de façon que l'orifice du bocal ſoit en haut & deſſous la ſurface de l'eau ; on met, dans ce bocal, une branche de vigne, une plante quelconque, ou des feuilles vertes & nouvellement cueillies ; on les ſecoue un peu

ſous

ſous l'eau, pour en ſéparer l'air commun adhérent; après quoi on tourne le bocal ſous l'eau, & on fait repoſer ſon orifice ſur une aſſiette, ou tout autre vaſe qui puiſſe tenir aſſez d'eau pour que l'on tranſporte le bocal renverſé, ſans crainte que l'air atmoſphérique y pénetre; on place le bocal dans un endroit où il eſt bien éclairé par le ſoleil. La lumiere de cet aſtre entretenant toujours un mouvement vital dans les feuilles, & l'eau n'empêchant point la continuation des jets ou filets inviſibles d'air qu'elles rendoient pendant qu'elles étoient expoſées à l'air ouvert, elles ſe couvrent bientôt de bulles aériennes, dont le volume croît par degrés; ces bulles à la fin ſe détachent des feuilles, & ſe raſſemblent dans le haut du bocal, dont elles font baiſſer l'eau à proportion; il s'y en amaſſe ainſi une quantité conſidérable dans peu d'heures. Les bulles étant ſéparées des feuilles, en ſecouant un peu le bocal, ſont à l'inſtant ſuivies par d'autres, juſqu'à ce que les feuilles, ne pouvant plus pomper de nouvel air de l'atmoſphère, ſe trouvent épuiſées.

L'air qu'on obtient ainſi eſt réellement déphlogiſtiqué, d'une qualité plus ou moins parfaite, ſelon la nature de la plante dont on

a pris les feuilles, ſelon le plus ou moins de clarté du jour, &c.

M. *Prieſtley* a découvert que, lorſqu'on expoſe au ſoleil un bocal de verre blanc, renverſé & plein d'eau, ſur-tout d'eau de pompe ou de ſource, il ſe produit une ſubſtance verte de nature végétale, qui s'attache aux parois du verre, ainſi qu'au fond du vaſe ſur lequel le bocal eſt poſé; que, de cette ſubſtance verte, ſort un nombre infini de bulles d'air qui ſe raſſemblent au fond du bocal & ſe trouvent être de l'air déphlogiſtiqué d'une qualité éminente, dans lequel la flamme d'une bougie devient plus volumineuſe & d'un brillant éblouiſſant. Comme cet air eſt produit dans cette eau, ſans addition quelconque, il en conclut, avec raiſon, que les grandes eaux, tels que les mers, les lacs & les rivieres, doivent contribuer beaucoup à purifier notre atmoſphère.

Je ne ſais pas, dit M. *Ingen-Houſz*, qui rapporte cette obſervation, ſi l'on peut prétendre, avec fondement, que l'air déphlogiſtiqué, ainſi obtenu de l'eau après que la ſubſtance végétale s'y trouve, eſt un air adhérent à l'eau. Quoi qu'il en ſoit, le cas n'eſt pas applicable à celui des feuilles de plantes plon-

gées ſous l'eau ; car, ajoute-t-il, dans celui de la ſubſtance verte, il faut quelques jours avant que cette production d'air déphlogiſtiqué ait lieu ; ce qui indique que ce n'eſt pas l'eau, mais le végétal qui produit cet air.

Quant à l'air qu'on recueille des plantes, on le voit très-diſtinctement s'élancer de leurs pores, le plus ſouvent à l'inſtant où on les plonge dans l'eau la plus froide, quelquefois même ſous la forme d'un jet continuel ; &, la quantité d'air qui ſort ainſi de quelques plantes, ſurpaſſe de beaucoup celle qui convient naturellement à la maſſe d'eau dont la plante eſt enveloppée, & qu'on peut en extraire par la chaleur ou l'ébullition ; d'ailleurs, l'air obtenu de cette eau ſans plantes, même par ſa ſeule expoſition au ſoleil, eſt d'une qualité beaucoup inférieure à celle de l'air atmoſphérique, aulieu que celui que les plantes donnent de la même maniere, eſt infiniment plus pur. D'un autre côté, la ceſſation de cette émiſſion d'air pendant la nuit, & dans l'ombre pendant le jour, dans la même eau, ſemble également indiquer que ces bulles ne doivent pas leur origine à l'air exiſtant dans l'eau & pompé par les feuilles, mais à une action vitale, excitée & entretenue dans les feuilles

par la lumiere du jour, & qui ceſſe dès qu'elles ſe trouvent expoſées à l'ombre.

Les bulles d'air, dont il eſt ici queſtion, ne doivent pas non plus leur apparition à la chaleur du ſoleil; car, les feuilles priſes d'un arbre, après qu'elles ont été échauffées conſidérablement au ſoleil & miſes auſſi-tôt dans l'eau froide, produiſent ces bulles plus promptement, & donnent une quantité d'air déphlogiſtiqué plus grande, & d'une qualité meilleure, que celui qu'on tire des feuilles miſes dans l'eau déjà échauffée au ſoleil.

Si c'étoit la chaleur, plutôt que la lumiere du ſoleil, qui fût cauſe de la production de cet air, il n'y auroit aucune raiſon pour que les plantes ne donnaſſent pas ce même air, lorſqu'on les place à l'ombre pendant un jour très-chaud, ou qu'on les approche du feu, de façon à en recevoir un degré de chaleur égal à celui qu'elles auroient acquis au ſoleil: mais le contraire arrive; & voici comment M. *Ingen-Houſz* s'en eſt aſſuré: il mit un certain nombre de feuilles dans un bocal plein d'eau & renverſé; il l'expoſa enſuite à la chaleur du feu, de façon qu'elles furent échauffées à un degré à-peu-près égal à celui qu'un autre bocal, de la même grandeur & contenant le

même nombre de feuilles du même arbre, avoit reçu du ſoleil. Le réſultat de ces deux expériences fut, que l'air obtenu des feuilles placées près du feu, étoit méphitique, tandis que celui des feuilles expoſées au ſoleil, étoit de l'air déphlogiſtiqué.

Le même Phyſicien renferma un nombre égal de feuilles de noyer dans deux bocaux de la même dimenſion; il plaça l'un ſur un mur à un beau ſoleil, & l'autre ſous des framboiſiers fort touffus & impénétrables aux rayons du ſoleil. Ce dernier bocal fut ainſi laiſſé pendant toute la journée, & il avoit acquis un degré de chaleur égal à celui de l'atmoſphère. Le bocal expoſé au ſoleil, n'y fut pas laiſſé aſſez long-tems pour avoir acquis un degré de chaleur égal à celui de l'atmoſphère; les feuilles, placées à l'ombre, avoient donné très-peu d'air, & celui-ci étoit moins bon que l'air commun; pendant que les feuilles expoſées au ſoleil, & qui avoient reçu très-peu de chaleur, avoient produit une quantité conſidérable d'air déphlogiſtiqué.

Les plantes ne donnent pas d'air déphlogiſtiqué dans une chambre, quelque ſoit la chaleur qui y regne, ſi le ſoleil ne donne pas lui-même ſur le bocal qui contient les feuilles.

Quoique la production de ce fluide aérien

ſemble être dûe à l'influence de la lumiere ſur les feuilles, cette lumiere n'eſt cependant pas capable de produire le même effet au milieu de l'hiver, dans un temps très-froid; la raiſon en eſt peut-être que les plantes, dans cette ſaiſon, ſont engourdies; mais ſi elles n'élaborent pas alors de l'air véritablement déphlogiſtiqué, celles qui ſont toujours vertes ne ſont pas tout-à-fait inactives dans le froid de l'hiver; car, M. *Ingen-Houſz* a trouvé qu'elles ont la faculté de corriger l'air, gâté par la reſpiration & par la flamme d'une chandelle, aux mois de Janvier & Février 1780, étant alors dans le voiſinage de Paris.

Le pouvoir de corriger l'air commun, altéré & gâté par la reſpiration & la combuſtion, n'eſt pas réſervé ſeulement aux plantes conſtamment vertes. Toutes les autres eſpeces de plantes poſſedent le même pouvoir, & l'exercent lorſqu'elles végétent au ſoleil ou au grand jour; il s'étend à l'air vicié, non-ſeulement par la reſpiration des animaux, par toute eſpece de combuſtion; mais encore par la putréfaction des matieres animales & végétales, ainſi que par la préſence des plantes elles-mêmes, privées de la lumiere du ſoleil. Toute plante, en général, peut, au milieu du jour, à l'air libre & dans un lieu bien éclairé, donner, en

peu d'heures, à un air incapable d'entretenir la flamme d'une bougie, la bonté de l'air atmoſphérique, ſur-tout lorſqu'on a ſoin que la racine de la plante ne ſoit pas hors de terre ou hors de l'eau, ou que la branche qu'on a employée à cette expérience ſoit en contact avec lui; il y a cependant des plantes, qui, même ſans eau, rendront à un tel air ſa pureté primitive : une feuille de vigne, enfermée par M. *Ingen-Houſz* dans un flacon meſurant une once d'eau & plein d'air infecté par la reſpiration, rétablit celui-ci en un heure & demie.

Cette action des plantes, ſur l'air impur, n'eſt pas la même dans toutes. Les plantes aquatiques, & celles qui aiment le voiſinage des eaux & des marais, ont cette propriété au plus haut degré; il paroît même, par quelques expériences de M. *Ingen-Houſz*, que les ſemences de creſſon végetent auſſi bien dans une bouteille pleine d'air inflammable qu'à l'air libre, au moins juſqu'à un certain point; en ſecond lieu, que les racines des plantes aquatiques abſorbent une bonne partie de l'air inflammable qui s'engendre au fond des eaux bourbeuſes où elles croiſſent, & empêchent par conſéquent que l'atmoſphère ne ſe charge d'une plus grande quantité de cet air nuiſible.

Enfin, il y a des expériences de M. *Prieſtley*,

par leſquelles il eſt démontré que les plantes ne végetent pas auſſi bien dans l'air déphlogiſtiqué que dans l'air commun, & encore moins bien dans celui-ci que dans un air putride ou rendu impur par la reſpiration ou par la combuſtion, ou de toute autre maniere (1).

Ce petit nombre d'obſervations ſuffit pour établir que les végétaux ont beaucoup de part dans l'opération, par laquelle la nature conſerve la maſſe de l'atmoſphère dans le degré de pureté néceſſaire à notre conſervation ; qu'ils en abſorbent l'air tel qu'il eſt, c'eſt-à-dire chargé des particules ſeptiques ou putrides & phlogiſtiques, dont le nombre infini des animaux & tant d'autres cauſes infectent continuellement ce fluide ; que cet air eſt digéré ou élaboré par les organes des plantes, de maniere que le phlogiſtique, & tout ce qui lui eſt étranger en eſt ſéparé, & extrait comme une nourriture ou un aliment qui leur eſt propre, & qu'elles le rejettent enſuite en air déphlogiſtiqué, comme un fluide devenu nuiſible à elles-mêmes, mais alors très-ſalu-

(1) Expériences & Obſervations ſur différentes eſpeces d'air, t. IV.

Expériences & Obſervations ſur différentes branches de la Phyſique, tom. II, pag. 91 & ſuiv.

taire aux animaux ; que ceux-ci, après avoir fait leur profit de cet air purifié, en le reſpirant, le rendent à leur tour aux plantes, chargé des mêmes principes dont elles ſe ſont déjà alimentées ; qu'enfin, le grand avantage procuré aux animaux par les plantes, ne dépend pas ſeulement de l'acte de la végétation, mais encore de l'influence de la lumiere du jour, qui excite un mouvement inteſtin dans la ſubſtance des feuilles que la plupart des plantes étalent dès que la chaleur ſe renouvelle.

S'il eſt vrai, comme on ne peut en douter, que l'action puiſſante du ſoleil & de la chaleur, pendant l'été, ſoit une cauſe très-marquée de corruption, & par conſéquent d'infection de l'air, ne doit-on pas admirer la ſageſſe ſuprême qui a couvert la terre d'une immenſité de végétaux, dont l'un des uſages eſt de rendre l'air ſalubre, & dont les feuilles, qui ſont les agens de cette ſalubrité, ſe conſervent auſſi long-tems que la chaleur, qui eſt la ſource générale de la corruption, rend leur préſence néceſſaire ? Auſſi les voit-on tomber dès que le froid ſe fait ſentir, parce qu'il eſt un obſtacle encore plus puiſſant à la corruption ; tandis qu'elles ſubſiſtent dans les contrées où la chaleur & la corruption, ſe ſoutenant perpétuellement, rendent leur action continuelle,

De-là, il eſt aiſé de reconnoître les cauſes de la ſalubrité de l'air en hiver & en été ; on voit comment en automne, quand les feuilles ſéchent & tombent, & au printems, avant qu'elles ſoient épanouies, l'air eſt mal ſain à proportion de ce qu'il fait chaud, parce que la plus grande partie des feuilles qui ont la propriété d'abſorber, de corriger le mauvais air, & d'en reprendre de bon, n'exiſtent point ou n'ont qu'une foible action.

Une autre conſéquence, qui me ſemble pouvoir être déduite des faits & des obſervations que je viens d'expoſer, c'eſt que l'air déphlogiſtiqué, que les plantes répandent dans l'atmoſphère, a déjà appartenu à cette derniere. Or, l'on peut dire la même choſe de celui que l'on obtient, avec le ſecours de la chaleur, de tous les réſidus des corps brûlés, & principalement des cendres des métaux. Pour attribuer toute autre origine à cet air pur, il faudroit ne pas ſavoir que les corps combuſtibles ou inflammables ne peuvent brûler ſans le concours de l'air commun ; que leur combuſtion ne ſe fait jamais qu'en raiſon de la quantité & de la pureté de ce fluide ; qu'il n'agit point, dans la combuſtion & dans la calcination des métaux comme une ſimple cauſe mécanique, mais comme principe de nouvelles combinaiſons ; qu'il eſt

abſorbé, diminué de quantité, & a beſoin d'être renouvelé dans l'une & dans l'autre opération; que, lorſque la calcination ſe fait dans une quantité déterminée d'air commun, le métal calciné ou réduit en chaux ſe trouve avoir acquis autant de poids que l'air en a perdu; que l'air, réſidu de la calcination & de la combuſtion, ne peut plus concourir à ces deux phénomènes; qu'il éteint les lumieres & ſuffoque les animaux, tandis que l'air, obtenu des chaux métalliques pendant leur réduction, à l'aide de la chaleur & ſans l'intermede d'une ſubſtance inflammable, entretient la reſpiration & la combuſtion beaucoup mieux que ne le fait l'air atmoſphérique; enfin que ce dernier eſt compoſé des trois quarts environ de fluide méphitique & d'un quart d'air pur, ſans lequel la combuſtion, la reſpiration & la calcination ne pourroient avoir lieu.

Tous ces faits, certains & avérés, prouvent évidemment que la combuſtion eſt la combinaiſon de l'air pur de l'atmoſphère avec le corps combuſtible; qu'il en eſt abſolument de même de la calcination, & que par conſéquent l'air déphlogiſtiqué dégagé du mercure précipité *per ſe* ou de tout autre corps brûlé ou calciné, n'eſt autre choſe que l'air commun dans un degré éminent de pureté,

c'eſt-à-dire débarraſſé, ſinon en totalité, du moins pour la plus grande partie, du phlogiſtique & des autres principes étrangers qui s'élevent ſans ceſſe de la terre, & ſe combinent de mille manieres dans notre atmoſphère.

L'air pur, que l'on obtient du nitre & de l'acide nitreux lui-même par la diſtillation, provient également de l'atmoſphère ; on n'en pourra douter, ſi l'on conſidere que le contact de l'air eſt une des circonſtances qui favoriſent la production du nitre, & par conſéquent celle de l'acide nitreux, puiſque le nitre ou ſalpêtre eſt un ſel neutre formé par l'union de cet acide avec l'alkali du tartre. Nous verrons bientôt que l'air pur ou déphogiſtiqué n'eſt point étranger à l'acide nitreux, qu'il eſt un de ſes principes conſtituans. En attendant, nous obſerverons que cet acide eſt décompoſé dans l'opération, par laquelle on en dégage l'air pur, ainſi que dans celle où l'on emploie le nitre pour obtenir le même fluide, puiſqu'ici on ne retrouve plus, dans le vaiſſeau diſtillatoire, que l'alkali fixe, tout l'acide nitreux ayant été transformé en air déphlogiſtiqué. J'ajouterai cependant que l'alkali fixe réſidu fait efferveſcence avec les acides, & eſt uni à une certaine quantité d'air fixe qui ne peut venir que de la décompoſition de l'acide ni-

treux, l'alkali n'en contenant pas un atome dans ſon union avec cet acide.

L'air pur que donne le précipité rouge, en ſe réduiſant en mercure coulant, lui vient très-certainement de l'acide nitreux avec lequel il a été fait, puiſqu'il eſt reconnu que cet acide en produit dans ſa décompoſition, & que le mercure revivifié ſe trouve du même poids qu'avant d'avoir été diſſout & calciné par l'acide nitreux. En général tous les compoſés, dont cet acide fait partie, lui doivent l'air déphlogiſtiqué qu'on peut en dégager; l'acide vitriolique paroît ſe comporter de même par rapport aux diverſes ſubſtances avec leſquelles il eſt combiné, & qui produiſent également de l'air déphlogiſtiqué.

S'il eſt bien prouvé que la combuſtion & la calcination ne peuvent avoir lieu ſans air; que celui qui a ſervi à ces deux opérations n'eſt plus propre à y concourir ni à être reſpiré; que l'air pur de l'atmoſphère s'unit aux corps brûlés & calcinés; qu'il peut en être dégagé par la chaleur, ſervir de nouveau à la combuſtion, l'accélérer même & la rendre plus énergique qu'il ne le fait dans l'état d'air commun, favoriſer également la calcination des métaux, ainſi que la reſpiration des animaux; ſi tout cela, dis-je, eſt démontré par des expériences authentiques, c'eſt une

très-grande induction pour croire que l'air ſe comporte de la même maniere dans la reſpiration ; que dans cette fonction, deſtinée à mettre le ſang en contact avec le fluide que nous habitons, la portion pure & vitale de ce fluide eſt abſorbée par le ſang qu'elle renouvelle & auquel elle donne de la couleur, de la concreſcibilité & même de la chaleur, ainſi que l'ont reconnu, dans ces derniers tems, le Docteur *Crawford* & MM. *Lavoiſier* & *de la Place*. Si l'on veut faire attention que l'air, rejeté par l'expiration, eſt impur ; qu'il trouble l'eau de chaux & rougit la teinture de tourneſol ; qu'il éteint les bougies & ne peut plus ſervir à une autre reſpiration ; que l'air, réſidu de la combuſtion, préſente les mêmes caracteres ; il paroîtra toujours plus certain que l'air commun fournit, dans la reſpiration, le même principe que dans la combuſtion & la calcination.

Enfin l'air pur ou déphlogiſtiqué, vu ſon degré de ſimplicité, peut être rangé dans la claſſe des élémens, excluſivement à l'air commun dont il fait partie conſtituante ; il y a plus, le même fluide paroît entrer dans la compoſition de l'eau, que depuis *Empedocle* & *Ariſtote* on a toujours regardée comme une ſubſtance élémentaire. M. *Lavoiſier* a lu à

l'Académie royale des Sciences, le 12 Novembre 1783, un Mémoire, qui a pour objet de prouver que l'eau n'a point le caractere de ſimplicité dont on la croyoit douée; qu'elle eſt au contraire compoſée de deux principes qui ſont l'air déphlogiſtiqué & l'air inflammable.

M. *Cavendish*, en Angleterre, avoit remarqué, qu'en faiſant brûler de l'air inflammable dans des vaiſſeaux ſecs, il ſe dépoſoit ſur les parois une portion d'humidité ſenſible. MM. *Lavoiſier* & *de la Place* ſe propoſerent de conſtater ce fait important par une expérience en grand; & afin qu'elle eût plus d'authenticité, ils engagerent pluſieurs Membres de l'Académie à y aſſiſter: ils avoient préparé une eſpece de lampe à air inflammable à double tuyau, dont l'un fourniſſoit de l'air inflammable, l'autre de l'air déphlogiſtiqué; les deux orifices, par leſquels ces airs paſſoient, étoient fort étroits, afin que la combuſtion fût très-lente, & ils étoient proportionnés de maniere à fournir les quantités reſpectives d'air néceſſaires à la combuſtion. La cloche de verre, dans laquelle aboutiſſoit le double tuyau, étoit plongée dans du mercure & n'avoit aucune communication avec l'air extérieur. La quantité d'air inflammable qui fut brûlée dans cette

expérience étoit d'environ 30 pintes, & celle d'air déphlogiſtiqué de 15 à 18.

Auſſi-tôt que les deux airs eurent été allumés, on vit les parois du vaſe, dans lequel ſe faiſoit la combuſtion, s'obſcurcir & ſe couvrir d'une grande quantité de gouttelettes d'eau. Peu-à-peu ces gouttes ſe réunirent, augmenterent en volume, & coulerent dans le bas de la cloche, où elles formerent une couche ſur la ſurface du mercure.

L'expérience finie, on parvint à raſſembler preſque toute l'eau par le moyen d'un entonnoir, & ſon poids ſe trouva d'environ 5 gros ; ce qui répondoit à peu-près au poids des deux airs réunis : cette eau étoit auſſi pure que l'eau diſtillée.

Peu de tems après, M. *Monge* fit adreſſer, à l'Académie, le réſultat d'une combuſtion ſemblable, faite à Mézière avec un appareil tout différent ; il avoit déterminé avec beaucoup de ſoin la peſanteur des deux airs, & il avoit trouvé de même, qu'en brûlant de grandes quantités d'air inflammable & d'air déphlogiſtiqué, on obtenoit de l'eau très-pure, & que ſon poids approchoit beaucoup de celui des deux airs employés. Enfin l'on a appris depuis, par une lettre écrite de Londres, par M. *Blagden*, à M. *Berthelot*, de l'Académie des

de l'Académie des Sciences, que M. *Cavendish* avoit répété la même expérience par différentes voies, & que, quand la quantité des deux airs étoit bien proportionnée, il avoit obtenu conſtamment le même réſultat.

Il eſt difficile de ſe refuſer à reconnoître que, dans cette expérience, on forme de l'eau artificiellement & de toutes pieces, & que, par conſéquent, les parties conſtituantes de ce liquide ſont l'air inflammable & l'air déphlogiſtiqué, moins la portion de feu qui s'eſt dégagée pendant la combuſtion; cependant, avant d'établir rigoureuſement une propoſition auſſi éloignée des idées reçues, M. *Lavoiſier* a cru devoir employer la voie de décompoſition, c'eſt-à-dire que ce Chimiſte, après avoir compoſé de l'eau de la maniere que je viens de dire, a eſſayé de la décompoſer; il a pris à cet effet, de la limaille de fer & de l'eau; il eſt réſulté, du mélange de ces deux ſubſtances, fait ſous une cloche au-deſſus du mercure, dégagement d'air inflammable & abſorption par la chaux de fer d'air déphlogiſtiqué. Je paſſe ſur les détails de cette expérience, dont le réſultat eſt que l'eau paroît ſe décompoſer en deux ſubſtances diſtinctes, en air inflammable qui ſe dégage, & en air déphlogiſtiqué qui, par ſon union avec la limaille de fer, la

convertit en chaux & augmente ſon poids. En conſéquence, ſi la combuſtion de l'air inflammable & de l'air déphlogiſtiqué donne de l'eau pure, ſi, d'une autre part, l'eau ſe convertit en ces deux eſpeces d'air, on eſt preſque invinciblement conduit à conclure que l'eau n'eſt point une ſubſtance ſimple, un élément proprement dit; mais bien un corps compoſé, une modification de l'air, en ſorte que l'air & l'eau ne ſeroient intrinſéquement qu'un ſeul & même élément.

Cette théorie ingénieuſe peut donner la ſolution d'un grand nombre de phénomènes juſqu'à préſent inexpliquables. Nous ne ſuivrons point M. *Lavoiſier* dans l'application qu'il en fait à la décompoſition des corps en général, à la diſſolution & à la calcination des métaux, à la fermentation, à la végétation, &c. Ce célebre Académicien préſume que la décompoſition de l'eau fournit, dans la fermentation, la portion d'air inflammable qui conſtitue la partie vineuſe ou ſpiritueuſe, &, dans la végétation, celle qui rend les végétaux combuſtibles; on conçoit combien eſt vaſte le champ qu'ouvre cette théorie: & M. *Lavoiſier* aura de nouveaux droits à la reconnoiſſance des Savans, s'il pourſuit, comme il ſe le promet, ces travaux importans avec le zele & l'activité dont il eſt ſuſceptible.

CHAPITRE IV.

De l'air nitreux.

Si l'on fait diſſoudre, à l'air libre, dans de l'eſprit de nitre, ou de l'acide nitreux, qui eſt la même choſe, du fer, du cuivre, du laiton, de l'étain, de l'argent, du mercure, du biſmuth & du nickel; & dans l'eau régale, compoſée de cet acide & de celui du ſel marin, de l'or, de la platine & du régule d'antimoine, on aura, dans tous ces cas, une grande quantité de vapeurs rouges, très-pénétrantes, très-actives & même ſuffoquantes; ces vapeurs ſeront en tout ſemblables à celles qu'exhale l'acide nitreux lui-même, lorſqu'il eſt ce qu'on appelle fumant; mais on obtiendra un tout autre produit, ſi l'on interdit, à ces diſſolutions, toute communication avec l'air atmoſphérique, en ſe ſervant pour cela de l'appareil hydro-pneumatique, aulieu d'un fluide vaporeux rouge, on obtiendra alors une matiere aériforme, c'eſt-à-dire tranſparente, ſans couleur, & d'une élaſticité permanente, que M. *Prieſtley* a déſignée ſous le nom d'air nitreux.

De tous les métaux, le fer eſt celui qui donne le plus de ce fluide; les huiles, le ſucre,

& pluſieurs matieres végétales, traitées avec l'acide nitreux, en produiſent également; c'eſt à la diſſolution du ſucre dans cet acide, développée & entretenue par une foible chaleur, dans un petit matras de verre blanc, que j'ai communément recours pour me procurer de l'air nitreux.

Ce fluide eſt auſſi inviſible, auſſi diaphane, auſſi compreſſible & auſſi élaſtique que l'air commun; il paroît même démontré que ſa peſanteur ſpécifique eſt la même que celle de ce dernier. Trois chopines d'air nitreux ſe ſont trouvées, tantôt plus peſantes & tantôt plus légeres d'un demi-grain, qu'un égal volume d'air atmoſphérique.

Indépendamment de ces caracteres extérieurs ou de ces attributs phyſiques, l'air nitreux a pluſieurs propriétés chimiques, & ce ſont les ſeules qui puiſſent le faire diſtinguer de l'air commun.

L'air nitreux ne peut ſervir à la reſpiration; les animaux ſont ſuffoqués plus ou moins vîte par ce fluide. M. *Prieſtley* vit mourir une ſouris à l'inſtant où elle fut expoſée à ſon action délétère; il y a vu périr également des guêpes, des mouches & des papillons; les grenouilles & les limaçons peuvent y vivre pendant un quart-d'heure ou environ; mais enfin ces animaux y meurent.

Le même fluide nuit également à la végétation ; les plantes ſe fanent, ſe deſſéchent & meurent dans l'air commun ſaturé d'air nitreux, & plutôt encore dans ce dernier lorſqu'il eſt pur, ainſi que M. *Prieſtley* l'a obſervé.

L'air nitreux ne paroît pas plus propre à la combuſtion que les autres matieres aériformes ; une bougie allumée s'y éteint ; mais ſa flamme paroît un peu agrandie, dans toute ſa circonférence, par un autre flamme azurée qui s'y joint au moment de ſon extinction, ſans doute parce qu'il eſt légérement inflammable.

M. *Prieſtley* s'eſt aſſuré que ce fluide eſt fortement anti-ſeptique ou anti-putride. Ayant pris deux ſouris, l'une nouvellement tuée, l'autre mollaſſe & pourrie ; il les mit toutes les deux dans l'air nitreux, d'où il ne les retira que vingt-cinq jours après ; il les trouva alors parfaitement exemptes de puanteur, même en les decoupant en pluſieurs endroits. La ſouris, qui avoit été renfermée dans cet air prétendu, immédiatement après avoir été tuée, étoit tout-à-fait ferme ; la chair de l'autre étoit toujours molle ; mais elle avoit perdu toute ſa mauvaiſe odeur. L'air nitreux ſeroit donc, comme l'air fixe, un remede efficace dans les maladies putrides : ce qui empêche

d'en haſarder l'adminiſtration, c'eſt la propriété que nous lui reconnoîtrons bientôt de redevenir acide nitreux par ſon ſeul mélange avec le véritable air, & l'on ſait que cet acide eſt d'une telle cauſticité, qu'il brûle & déſorganiſe ſur le champ la peau & les muſcles.

L'on pourroit, ſuivant M. *Prieſtley*, appliquer le pouvoir anti-ſeptique de l'air nitreux à différens uſages, comme à la conſervation des oiſeaux, des poiſſons, des fruits, &c. Il conſeilloit de mêler, pour cet effet, cette eſpece d'air à différentes proportions, tantôt avec l'air commun, tantôt avec l'air fixe; il croyoit même que les Anatomiſtes pourroient tirer parti de cette propriété de l'air nitreux, pour conſerver, dans leur état de ſoupleſſe naturelle, les ſubſtances animales. M. *Hey* en fit l'eſſai; mais il trouva qu'au bout de quelques mois, différentes parties animales s'étoient ridées dans cet air, & n'y avoient pas conſervé leur premiere forme : tant il eſt vrai qu'il ne faut faire aucun fond ſur les idées les plus heureuſes, avant d'avoir conſulté l'expérience.

L'air nitreux, mis en contact avec l'eau commune, perd à la longue ſes qualités eſſentielles & ſe décompoſe inſenſiblement. La même choſe lui arrive, ſi on le bat long-tems dans un vaſe avec de l'eau diſtillée; celle-ci, ſelon

l'obſervation de M. *Prieſtley*, abſorbe un dixieme de ſon volume d'air nitreux, & prend en même tems un goût acide & aſtringent. Enfin ce célebre Phyſicien, après avoir agité long-tems de l'air nitreux dans de l'eau de chaux, le trouva ſi ſalubre, qu'une ſouris y vécut plus de 10 minutes, ſans donner aucun ſigne de mal-aiſe (1).

Quelques Phyſiciens ſont partis de ces obſervations, pour avancer que l'air nitreux n'étoit autre choſe que de l'air reſpirable mêlé d'acide nitreux en vapeurs ; mais on ſera convaincu du contraire, ſi l'on veut faire attention que cet acide ſe décompoſe dans tous les cas où l'air nitreux eſt produit ; que le corps combuſtible, expoſé à ſon action, ſe trouve bientôt réduit en cendres ou en chaux, & que, dans cet état, il donne, par la chaleur, de l'air pur ou déphlogiſtiqué ; qui ne peut provenir que de la décompoſition de l'acide nitreux. Enfin que l'air nitreux a beſoin, pour ſe convertir en cet acide, d'être uni à un fluide reſpirable.

Lorſqu'on mêle l'air nitreux avec l'air commun, ou encore mieux avec l'air déphlogiſtiqué, ces deux fluides perdent leur tranſparence ; ils deviennent rouges & ſemblables à

(1) Expér. & Obſerv. ſur différentes eſpeces d'air.

l'acide nitreux fumant, il s'excite une forte chaleur ; & ſi le mélange ſe fait dans un vaſe plein d'eau & renverſé ſur la planchette de la cuve, dont nous avons parlé à l'article de l'air fixe, on voit que l'eau deſcendue au moment de l'introduction de ces deux fluides, remonte par degrés dans le vaſe, & ne s'arrête que lorſqu'ils ont repris leur premiere tranſparence, ou, ce qui eſt la même choſe, lorſqu'elle a abſorbé toutes les vapeurs rouges provenant de leur combinaiſon ; mais alors la quantité employée d'air nitreux & d'air commun eſt conſidérablement diminuée.

Si l'on fait cette expérience dans un tube un peu grand, & que, dès qu'on a mêlé les deux airs, on ferme ſubitement le tube avec un bouchon d'argent fait exprès ; on voit qu'il s'excite une efferveſcence ſenſible ſur le bouchon ; & ſi on le retire, on trouve l'argent corrodé de la même maniere qu'il le ſeroit par l'eſprit de nitre ou l'eau-forte. Cette expérience ayant été répétée avec un bouchon doré, on n'a apperçu aucune efferveſcence, ni altération, ni corroſion du métal.

M. *Prieſtley*, auquel eſt dûe la découverte de la tranſmutation de l'air nitreux en acide nitreux par le concours d'un air reſpirable, a obſervé que plus ce dernier eſt pur, plus la

chaleur qui réſulte du mélange des deux fluides eſt conſidérable ; plus les vapeurs qui ſe produiſent ſont rouges & épaiſſes, & plus la quantité reſpective des deux fluides diminue. Le même Phyſicien & M. *Lavoiſier* ont trouvé qu'il falloit juſqu'à ſeize parties d'air atmoſphérique pour ſaturer ſept parties & un tiers d'air nitreux, tandis que quatre parties d'air pur ou déphlogiſtiqué ſuffiſent pour ſaturer complettement ſept parties & un tiers du même fluide. Après que le mélange a été fait dans ces proportions, il ne reſte plus d'air nitreux ; il eſt transformé en entier en acide nitreux. Quant à l'air réſidu de cette eſpece de combuſtion, M. *Lavoiſier* l'a évalué à la trente-quatrieme partie du volume total de l'air nitreux & de l'air déphlogiſtiqué employés ; ce réſidu aériforme ſe trouve être beaucoup plus conſidérable avec l'air atmoſphérique, il en eſt environ les trois quarts : cependant il ne produit plus d'acide nitreux par une nouvelle addition d'air nitreux ; il tue les animaux ; il éteint les lumieres & trouble l'eau de chaux, comme le feroit l'air fixe lui-même.

Enfin le pouvoir de métamorphoſer l'air nitreux en acide nitreux, appartient au véritable air excluſivement à l'air fixe, à l'air inflammable, & à toute autre eſpece de fluide non

reſpirable ; il eſt aiſé de s'en convaincre, lorſqu'on voit que ces derniers, bien purs & bien exempts d'aucune partie d'air reſpirable, mêlés en toute proportion à l'air nitreux, ne produiſent ni chaleur, ni vapeurs rouges, & ne ſont point, ainſi que lui, réduits à un moindre volume, comme il arrive quand on le mêle avec l'air commun & avec l'air déphlogiſtiqué.

Tous ces faits, bien conſtatés, indiquent aſſez que, dans le mélange de l'air nitreux & de l'air atmoſphérique, plus ou moins inquiné ou altéré par les émanations de la reſpiration, de la tranſpiration, de la combuſtion, de la fermentation, &c. il n'y a que l'air pur ou reſpirable qui ſoit abſorbé & qui produiſe la transformation de l'air nitreux en acide nitreux; que la quantité de celui-ci dépend, toutes choſes d'ailleurs égales, de celle de l'air pur fourni par le fluide atmoſphérique, & qu'enfin tout ce qui n'eſt point air reſpirable dans ce fluide, n'éprouve aucune abſorption, aucune diminution de volume, aucune altération par l'action de l'air nitreux, & reſte ſous ſa forme d'air dans le vaiſſeau où ſe fait la combinaiſon. Or, comme l'on a déterminé la quantité d'air abſolument pur, qu'il convient d'employer pour changer une quantité donnée d'air nitreux en acide du même nom,

& que l'on ſait que le volume d'air pur & d'air nitreux, néceſſaire à leur ſaturation réciproque, eſt annihilé ou réduit à rien par l'abſorption de l'acide nitreux ou ſon union avec l'eau, au-deſſus de laquelle on a fait paſſer les deux fluides; il s'enſuit qu'on peut juger, par la diminution du volume, de la quantité d'air pur mêlé dans une ſubſtance aériforme quelconque, ainſi que de la quantité de fluide non-reſpirable qui peut ſe trouver mêlé avec l'air, ſoit de l'atmoſphère, ſoit d'un lieu quelconque, dont on veut reconnoître le degré de bonté & de ſalubrité. Cette conſéquence n'a point échappé à la ſagacité de M. *Prieſtley*; c'eſt ce Phyſicien célebre qui nous a mis ſur la voie de calculer, en quelque ſorte, le riſque que l'on court à reſpirer telle ou telle eſpece d'air pendant un tems donné, en le mêlant pour cela avec l'air nitreux, & en prenant, pour les deux termes, celui de l'air le plus impur ou d'un fluide non-reſpirable, tel que l'air fixe ou encore l'air inflammable, qui ne changent en aucune maniere l'air nitreux, & celui de l'air pur ou déphlogiſtiqué qui l'altere le plus. On ſe ſert, dans cette expérience, de tubes calibrés & diviſés en degrés, dont chacun doit répondre juſte à une meſure avec laquelle on mêle les airs dans le tube.

Quoique l'air nitreux ſoit plus ou moins fort, en raiſon de ce qu'on a employé l'acide nitreux plus ou moins concentré, ou que la diſſolution, opérée par cet acide, a été faite plus ou moins promptement, néanmoins nous pouvons, par le moyen de l'air nitreux, déterminer le degré de pureté & de reſpirabilité des airs, tant naturels que factices, avec beaucoup plus de préciſion que ſi nous voulions en juger par le tems que les animaux demeurent en vie dans ces airs non renouvelés, & par la facilité que les lumieres ont à brûler dans ces mêmes airs ; il eſt certain que les airs mortels ne ſont point du tout diminués par l'air nitreux, & que les airs que l'animal reſpire le plus facilement & dans leſquels il meurt le plus tard, ſont ceux qui éprouvent le plus de diminution ; mais la mort de l'animal, qui arrive plus ou moins tard dans l'air non renouvelé, eſt ſi dépendante de l'économie animale & de la force de l'animal, que, ſans un grand nombre d'expériences variées en mille manieres, on ne pourra ſavoir rien de certain ſur cette matiere ; il faut ajouter à cela que l'animal qui meurt exhale de ſon corps des vapeurs déjà altérées en partie & fétides ; que ſa reſpiration eſt déjà viciée, & qu'il doit néceſſairement ſortir de ſes poumons des vapeurs alkaleſ-

centes, qui, retenues dans le récipient, en infectent l'air, & peuvent accélérer la mort de l'animal. Enfin, il ne faut pas confondre ici la ſalubrité de l'air, qui laiſſe mourir plus tard l'animal, avec la ſalubrité de l'air même, qui peut être avantageuſe à l'économie animale, parce qu'un air renfermé peut très-bien laiſſer mourir deux ou trois fois plus tard un animal, ſans que pour cela il dût vivre deux fois ou plus dans le même air libre. La vie & la mort dépendent de trop de cauſes, pour qu'on puiſſe déduire des conſéquences certaines de ces expériences. Cependant la curioſité a engagé M. l'Abbé *Fontana*, de qui nous empruntons ces judicieuſes obſervations, à faire quelques expériences, ſur la durée de la vie, dans les airs non renouvelés; mais ſur des animaux qui ne tranſpirent pas ſenſiblement & qui ſont d'une vie ténace. Ce célebre Phyſicien a choiſi les animaux à ſang froid, & parmi ceux-ci les grenouilles; il a renfermé celles qui lui ont paru de groſſeur & de force égale, dans des vaiſſeaux de même grandeur, dans le même tems; & ces vaiſſeaux étoient remplis, les uns d'air déphlogiſtiqué tiré des fleurs de zinc, les autres d'air tiré du précipité rouge, & les autres d'air tiré du minium parfaitement purgé d'air fixe. Dans le même tems, il avoit mis de ces animaux dans des

bocaux remplis d'air commun frais ; chaque vaiſſeau ne renfermoit qu'une ſeule grenouille. Les réſultats moyens de toutes ces expériences ſont que la vie moyenne des grenouilles eſt de vingt heures dans l'air commun, & de trente-ſix heures dans les airs déphlogiſtiqués. Si l'on vouloit maintenant meſurer la ſalubrité de cet air ſur la durée de la vie, l'air déphlogiſtiqué ſeroit tout au plus deux fois meilleur que l'air commun, & ce rapport eſt très-différent de celui qu'a trouvé M. *Prieſtley*. Les vaiſſeaux, dont M. l'Abbé *Fontana* s'eſt ſervi pour faire ſes expériences, contenoient ſept pouces d'air, ſans compter le volume de la grenouille ; ils étoient exactement bouchés.

Quoique M. l'Abbé *Fontana* faſſe moins de fond ſur les expériences avec les animaux à ſang chaud, il a été curieux de voir dans quel rapport ſe trouve la vie des oiſeaux avec celle des quadrupedes dans les airs commun & déphlogiſtiqué. La vie moyenne des moineaux, ſur leſquelles il a fait ſes expériences, eſt de 26 minutes dans l'air commun, & de 130 dans l'air déphlogiſtiqué ; la vie moyenne des ſouris, ſur leſquelles il les a répétées, eſt de 30 minutes dans l'air commun, & de 240 dans l'air déphlogiſtiqué ; mais, ſi les ſouris ſont fort jeunes, leur vie moyenne eſt de 130 mi-

nutes dans l'air commun, & de 360 dans l'air déphlogiſtiqué. Si l'on vouloit maintenant évaluer la ſalubrité des airs par la vie moyenne de ces animaux, on croiroit que l'air déphlogiſtiqué eſt cinq fois meilleur que l'air commun pour les oiſeaux, & en même tems qu'il eſt trois fois à peu-près meilleur pour les ſouris jeunes, & huit fois pour les vieilles. Ces rapports pourroient bien varier & varient en effet, ſi l'on fait ces expériences ſur des animaux de différente eſpece, plus ou moins âgés, & dans des vaiſſeaux plus ou moins grands; tant il eſt vrai qu'il eſt difficile d'eſtimer la ſalubrité des airs par la mort des animaux.

Quant aux expériences faites avec la flamme des chandelles, M. l'Abbé *Fontana* les trouve encore plus équivoques & plus trompeuſes; en ſorte qu'il lui paroît plus avantageux & plus exact, après tout, de déduire la pureté & la ſalubrité des mêmes airs, des diminutions qu'ils éprouvent lorſqu'on les mêle avec l'air nitreux, d'autant plus qu'il eſt démontré que ces diminutions obſervent une loi conſtante & qui eſt la même pour l'air commun que pour l'air déphlogiſtiqué, & plus ſain, en ayant égard à la quantité d'air nitreux décompoſé, qui eſt plus grande avec l'air déphlogiſtiqué qu'avec l'air commun, & d'autant plus con-

ſidérable que l'air nitreux employé à moins de force ou d'activité.

La méthode de M. *Fontana* prévient l'erreur qui peut réſulter de la qualité différente de l'air nitreux, qui ne ſe trouve pas toujours de la même force, quoique fait de la même maniere ; il ajoute, à deux meſures d'air dont il veut connoître la bonté, autant de meſures d'air nitreux qu'il en faut, juſqu'à ce que la derniere meſure ajoutée ne produiſe plus aucune diminution ſenſible. Dans cette maniere d'opérer, il importe peu quelle eſt la force de l'air nitreux employé. La ſeule différence qui puiſſe en arriver, eſt qu'il faille ajouter d'autant plus de meſures d'air nitreux, que celui-ci ſe trouve moins actif.

La théorie de ceci eſt très-facile à comprendre, pourvu qu'on ait préſente, à l'eſprit, la propriété merveilleuſe qu'a l'air nitreux de diminuer l'air reſpirable dans la proportion de la pureté de cet air ; comme il faut que l'air nitreux ſoit de la meilleure qualité pour opérer la plus grande diminution poſſible, il s'enſuit que, ſi l'air nitreux eſt affoibli, il en faudra une quantité plus grande pour ſaturer entiérement la quantité d'air reſpirable employé dans l'eſſai. Suppoſons, pour mieux comprendre cette épreuve, que l'air nitreux n'ait que

la

la moitié de la force qu'il doit avoir lorſqu'il eſt bon, ſoit qu'une quantité d'air commun s'y trouve mêlée, ſoit que l'air nitreux ait été en partie décompoſé, il en faudra alors une double quantité pour ſaturer les deux meſures d'air reſpirable; ainſi, après la ſaturation complette de deux meſures d'air reſpirable par l'air nitreux, on trouvera la colonne d'air dans le tube, d'autant plus longue que l'air nitreux a été plus foible.

M. l'Abbé *Fontana* a imaginé un inſtrument, nommé *Eudiomètre*, dont on trouve une exacte deſcription dans les *Recherches ſur les Végétaux* de M. *Ingen-Houſz*, ainſi que dans le cinquiéme volume du *Dictionnaire de Phyſique*, de M. *Sigaud de la Fond*; on peut, avec cet inſtrument, apprécier preſqu'à l'infini les degrés de pureté ou d'impureté de l'air qu'on examine, & auquel on applique l'air nitreux de la maniere que nous avons dit; mais ſon uſage demande un exercice & une attention qui le rendent néceſſairement difficile & ſuſceptible d'erreurs, comme MM. *Ingen-Houſz* & *de la Fond* l'ont fait obſerver d'après l'Auteur lui-même.

Quoi qu'il en ſoit, nous avons vu précédemment que l'air inflammable, provenant des diſſolutions métalliques, eſt identique ou toujours le même quant à ſa pureté; qu'il a be-

ſoin, pour brûler en entier, d'une quantité d'air déphlogiſtiqué, dont le rapport avec ſon volume eſt conſtant & toujours le même, & qu'enfin ſa combuſtion peut ſervir à faire connoître la pureté de l'air qui y concourt, attendu que celui-ci eſt plus ou moins diminué en raiſon de ce qu'il eſt plus ou moins déphlogiſtiqué. Ainſi voilà deux moyens par leſquels on peut juger du degré de pureté de l'air commun, ſoit du lieu qu'on habite, ſoit de tout autre endroit, où, pour puiſer de ce fluide, il n'eſt queſtion que d'avoir une bouteille entiérement pleine d'eau, que l'on tranſvaſe, ſi on n'aime mieux en arroſer le lieu. L'air de ce même lieu remplit la bouteille, à meſure que l'eau s'en écoule. Eſt-elle vide en apparence? on la ferme exactement avec ſon bouchon pour l'envoyer ou l'apporter enſuite dans l'endroit où l'air qu'elle renferme doit être éprouvé; mais, comme l'air du même lieu ſubit des changemens preſque continuels, on ne doit pas s'attendre à une exactitude conſtante dans le réſultat des différentes expériences, ſi elles ne ſont pas faites dans les mêmes tems, ou ſi on n'a pas pris une aſſez grande quantité d'air de l'endroit dont on veut connoître la ſalubrité, pour pouvoir répéter l'expérience pluſieurs fois.

Nous ſommes peut-être encore loin de recueillir les fruits de ces découvertes récentes; on ne pourra jamais prononcer ſur la ſalubrité d'un endroit, en comparaiſon avec un autre, avant qu'on ait adopté aſſez généralement des inſtrumens conſtruits à peu-près ſur les mêmes principes & ſujets à peu d'erreurs, au moins entre les mains des bons Phyſiciens; avant que différentes perſonnes aient eu la patience d'examiner, pendant le courant de quelques années, la conſtitution de l'atmoſphère du lieu où elles réſident, & qu'on ait comparé entr'eux les réſultats de toutes ces obſervations.

Juſqu'à ce qu'on ait fait ces recherches, avec tout le ſoin qu'elles méritent, on ne pourra évaluer, avec connoiſſance de cauſe, les avantages qui paroîtroient devoir réſulter de paſſer ſa vie plutôt dans un pays que dans un autre, ſoit pour y conſerver un bon état de ſanté, ou y chercher la guériſon de quelque maladie particuliere qui demanderoit un air pur & ſalubre, ſoit pour y prolonger ſes jours dans certains états de la conſtitution corporelle (1).

Pour terminer ce qui concerne l'air nitreux,

(1) *Ingen-Houſz*, Expériences ſur les Végétaux, pag. 108 & 109.

nous obſerverons que le fluide vaporeux & rouge, qui réſulte de ſon union avec le véritable air, n'étant autre choſe que l'acide nitreux lui-même dans un état de vapeurs, il peut ſe combiner aux alkalis & décompoſer certains ſels neutres. L'alkali volatil concret eſt un de ceux ſur leſquels il paroît avoir le plus d'action ; la décompoſition de ce ſel ; la déſunion de ſes principes conſtituans, qui ſont l'alkali volatil & l'air fixe en tant qu'acide ; la combinaiſon du premier avec l'acide nitreux nouvellement formé, d'où réſulte un ſel ammoniacal nitreux : cet enſemble de phénomènes chimiques a quelque choſe de ſurprenant. Pour les obſerver comme il convient, ſuſpendez, au haut d'un récipient, quelques morceaux d'alkali volatil concret, enveloppés d'un morceau de gaze ; faites entrer, dans ce vaiſſeau, quelques pouces d'eau, en le plongeant ſimplement, l'ouverture en bas, dans celle de la cuve, ſi vous avez ménagé, vers la voûte de ce récipient, une iſſue pour une partie de l'air commun qu'il renferme naturellement ; bouchez cet orifice ſupérieur avec de la cire verte ou du maſtic de Vitrier, & amenez enſuite le récipient ſur l'ouverture de la planchette ſoutenue dans la cuve. Les choſes étant ainſi diſpoſées, faites paſſer dans le récipient

aſſez d'air nitreux pour en déplacer l'eau, il ſe mêlera avec l'air commun qui y ſera contenu; & au milieu des vapeurs rouges, qui réſulteront de l'union & de la combinaiſon de ces deux fluides, on verra des vapeurs blanches ſortir du nouet de gaze ſous la forme de nuages, & deſcendre le long des parois du récipient, après en avoir été frapper la voûte; ces vapeurs deviendront de plus épaiſſes en plus épaiſſes, à proportion que celles de l'acide nitreux diſparoîtront; elles ſe raſſembleront par couches au-deſſus de la ſurface de l'eau, & finiront par remplir tout le récipient.

TABLEAU

HISTORIQUE

DES PROPRIÉTÉS ET DES PHÉNOMÈNES

DE L'AIR.

TROISIEME PARTIE.

De l'Air conſidéré comme atmoſphère terreſtre.

LA maſſe aérienne qui environne notre globe par une ſuite de ſa peſanteur & de ſa fluidité, & qui participe, par la même raiſon, aux mouvemens diurne & annuel de cette planète; cet immenſe volume d'air, qui s'éleve à une aſſez grande hauteur au-deſſus de la ſurface de la terre, eſt toujours uni ou combiné avec une quantité conſidérable de vapeurs & d'exhalai-

ſons qui s'échappent du ſein des mers & des rivieres, ainſi que des différens corps terreſtres, animaux, végétaux, minéraux.

On nomme atmoſphère terreſtre cette grande maſſe d'air, de vapeurs & d'exhalaiſons, dans le ſein de laquelle nous vivons, que nous reſpirons ſans ceſſe, & dont la terre eſt le noyau.

Comme l'atmoſphère a les mêmes mouvemens journalier & annuel que la terre qu'elle enveloppe, il eſt très-vraiſemblable que ſa figure eſt la même que celle de cette planète, applatie vers les pôles & renflée vers l'équateur. Les colonnes d'air ayant d'autant moins de force centrifuge qu'elles s'éloignent plus de l'équateur, elles doivent néceſſairement, pour reſter en équilibre avec les colonnes adjacentes qui ſe trouvent placées plus près ou moins loin de l'équateur, devenir d'autant plus courtes, qu'elles perdent moins de leur gravité.

Quoique la raréfaction de l'air ſoit plus grande entre les tropiques qu'autour des pôles, & que les vapeurs s'élevent plus dans certains lieux que dans d'autres, néanmoins l'atmoſphère doit conſerver la figure que nous venons de lui aſſigner; car, l'air étant un fluide élaſtique, ſa gravité & ſon mouvement d'expan-

ſion le faiſant tendre au centre de la terre ; les parties les plus hautes de l'atmoſphère preſſent celles qui ſont au-deſſous, & celles-ci agiſſent ſur celles des côtés, juſqu'à ce que toute la maſſe ſoit au même niveau. Ainſi la condenſation & la raréfaction ne changeront rien à la figure déterminée de l'atmoſphère terreſtre, parce que ces changemens ne ſe faiſant jamais que dans des parties différentes, & tantôt dans l'une, tantôt dans l'autre ; s'il arrive quelque altération dans la figure du cercle que forme l'atmoſphère autour de la terre, elle ne peut être que légère & momentanée. On peut raiſonner de même ſur ſon état, conſidéré relativement à l'hiver ou à l'été ; car, quoique la chaleur de l'été faſſe occuper à l'air un plus grand eſpace qu'en hiver, cependant, comme le froid exerce alors ſes rigueurs dans un autre climat, & que l'atmoſphère y eſt plus condenſée, une partie de notre air y paſſera ; de même, notre atmoſphère étant reſſerrée par le froid, l'air d'une autre région où il fait plus chaud, y reflue & vient ſuppléer à ſon défaut de hauteur, juſqu'à ce qu'elle ait repris la forme qui lui paroît convenir le plus : on doit encore juger de même de ſon état, par rapport aux températures variées du jour & de la nuit ; on pourra dire que les nuages,

les brouillards ou la pluie peuvent rendre l'atmoſphère plus ou moins élevée, & par conſéquent altérer ſa figure; mais il en ſera de ces phnomènes comme de ceux du chaud & du froid; la communication, établie entre toutes les parties de l'atmoſphère, entretient par-tout l'équilibre: il n'y a point d'inſtant où quelque nuage ne ſe forme & ne ſe détruiſe, où il ne tombe de la pluie dans quelque lieu de la terre; par conſéquent il n'arrive aucune augmentation ou diminution à l'atmoſphère du lieu où il pleut, parce qu'il pleuvoit ailleurs auparavant; la quantité d'air y reſte toujours la même, elle n'éprouve qu'une modification locale.

Pluſieurs Phyſiciens ont calculé la hauteur de l'atmoſphère. Après diverſes expériences & obſervations, faites avec le baromètre ou le tube de *Toricelli*, qui eſt la même choſe; ils lui ont donné 17 lieues d'étendue perpendiculaire; quelques-uns ſont allés plus loin, d'autres beaucoup plus bas. MM. *de la Hire* & *Halley*, après avoir examiné le phénomène du crépuſcule & ſes dépendances, avec toute la ſagacité du génie, ont conclu, avec aſſez de vraiſemblance, que l'atmoſphère terreſtre devoit s'étendre à environ 15 ou 16 lieues au-delà de la ſurface de notre globe, pour

pouvoir réfracter vers nous, comme elle la réfracte, la lumiere du ſoleil, quand cet aſtre eſt à environ 18 degrés au-deſſous de l'horizon. Enfin, ſuivant les obſervations de M. *de Mairan* (1), le point le plus élevé de l'atmoſphère doit être à 2 ou 300 lieues de la ſurface du globe. Ainſi, il reſte encore à ſavoir quelle eſt la hauteur réelle de l'atmoſphère, & il eſt probable qu'on ne pourra jamais la déterminer : il faudroit pour cela que l'air ne contînt pas de ſubſtances étrangeres en différentes proportions, & que ſa maſſe ne fût pas ſujette à des variations irrégulieres à toute hauteur, ſur-tout dans la partie qui eſt acceſſible à nos recherches ; il faudroit de plus que l'air fût dépourvu de reſſort & qu'il eût par-tout la même denſité, depuis la ſurface de la terre juſqu'aux limites de l'atmoſphère ; ce qui n'eſt pas. On parviendroit encore à connoître cette hauteur, ſi la denſité de l'air, n'étant pas uniforme, décroiſſoit du moins régulierement du bas à la partie ſupérieure, ou, ſi l'on pouvoit appliquer ici la regle des compreſſions de l'air, en raiſon directe des poids qu'il ſupporte ; mais l'expérience a démenti ce principe, établi par *Boyle* & *Ma-*

(1) Traité phyſique & hiſtorique de l'Aurore boréale.

riotte, & adopté par beaucoup de Phyſiciens. M. *Caſſini*, en travaillant à prolonger la Méridienne de l'Obſervatoire de Paris, meſura les montagnes qu'il trouva ſur ſa route ; &, ayant obſervé le baromètre ſur leurs ſommets, il trouva que la hauteur du mercure ne ſuivoit point du tout la proportion indiquée ; elle ſubſiſte aſſez réguliérement juſqu'à la hauteur de 8 ou 900 toiſes, mais au-delà il n'en eſt plus queſtion : les raréfactions de l'air croiſſent ſi rapidement, qu'elles n'ont plus aucune proportion avec les précédentes. On ne peut donc connoître, que conjecturalement, les rapports que ſuit l'air dans ſon expanſion & dans ſa raréfaction, au-delà des hauteurs où nous pouvons l'atteindre & le ſoumettre à nos obſervations : de-là, l'incertitude ſur la hauteur préciſe de l'atmoſphère.

Malgré cela nous pouvons évaluer à peu-près le poids total de cette même atmoſphère, ou la force avec laquelle elle comprime toute la ſurface du globe terreſtre ; & voici comment.

Une colonne d'air, de toute la hauteur de l'atmoſphère, fait équilibre avec une colonne d'eau de même baſe & de 32 pieds de hauteur, ainſi que nous l'avons établi précédemment ; donc, le poids de cette derniere étant

connu, il eſt facile de connoître celui de la premiere, puiſqu'il eſt exactement le même. Or, une colonne d'eau, d'un pied quarré de baſe & de 32 pieds de hauteur, peſe 2240 livres; car elle contient 32 pieds cubes d'eau, dont chacun peſe 70 livres. Chaque colonne d'air, appuyée ſur un pied quarré de la ſurface de la terre, peſe donc 2240 livres; mais il y a, dans l'atmoſphère terreſtre, tout autant de colonnes de 2240 livres, qu'il y a de pieds quarrés dans la ſurface ſolide ou liquide de notre globe, c'eſt-à-dire environ 4,838, 052,829,484,160 pieds quarrés, ſelon les dernieres meſures géométriques. Par conſéquent, ſi l'on multiplie ce dernier nombre par 2240, on aura le poids de toute l'atmoſphère, ou de toute la maſſe d'air qui enveloppe le globe terreſtre, ou un poids d'environ 10,837,238,338, 042,518,400 livres.

L'atmoſphère peut être regardée, ſur-tout près de la ſurface de la terre, comme un foyer inépuiſable de chaleur & d'électricité, & en même tems comme un laboratoire immenſe, où la Nature tient toujours en réſerve une quantité prodigieuſe de particules organiques & de molécules propres à former tous les corps.

Les obſervations faites avec le thermomètre, porté au-deſſus de la région des nuages, ne

laiſſent aucun doute ſur l'exiſtence permanente de la matiere du feu ou de la chaleur dans cette partie de l'atmoſphère ; de même les électromètres, les barres iſolées, les conducteurs métalliques, les cerfs-volans, nous ont appris que l'électricité régnoit conſtamment dans l'atmoſphère.

Il paroît également inconteſtable que l'air fixe, l'air inflammable, & un grand nombre d'autres émanations aériformes, mal-faiſantes pour l'homme & les animaux, ſont partie de la maſſe atmoſphérique dans laquelle nous ſommes plongés ; c'eſt une vérité d'expérience & d'obſervation que nous croyons avoir préſentée dans tout ſon jour.

Il eſt encore certain qu'il y a de l'eau répandue dans l'atmoſphère, & que la quantité de ce fluide eſt très-conſidérable, lors même que l'air nous paroît le plus pur & le plus ſec ; pluſieurs expériences le démontrent : tous les acides minéraux, & en particulier l'acide vitriolique, augmentent notablement de poids, étant expoſés à l'air dans des vaiſſeaux qui ne ſont point bouchés ; ce qui ne peut venir que de l'eau répandue dans l'air, qui eſt attirée & abſorbée par ces ſubſtances qui en ſont très-avides. L'alkali fixe végétal, bien ſec, ſe réſout en liqueur, & acquiert

un poids plus considérable, dans les mêmes circonstances & pour la même raison. Selon *Hellert* (1), une once de cet alkali produit quatre onces d'huile de tartre par défaillance, en s'emparant de l'humidité de l'air. Ce qui suit naturellement de cette expérience, est, qu'il y a beaucoup d'eau dans l'air, ou que l'eau, attirée par le sel de tartre, est extraite d'une grande masse d'air ; la chaux-vive qui, par la calcination, a été privée de l'eau & de l'air fixe dont elle étoit saturée dans l'état de pierre ou de terre calcaire ; cette chaux-vive s'éteint à l'air, en s'emparant également d'une partie de l'eau qu'il contient. Le nuage épais que l'on voit se former en été, ou dans un endroit chaud, sur une bouteille aussitôt qu'on l'apporte de la cave, ne provient très-certainement que des vapeurs aqueuses répandues dans l'air ambiant, & qui sont condensées par le froid qu'elles éprouvent de la part de la bouteille. On voit, dans les grands froids, du givre sur les vitres d'une chambre bien fermée ; ce givre vient encore de l'humidité de l'air intérieur, qui se gele contre les vitres, refroidies par l'air extérieur. Il en est de même du givre que l'on apperçoit sur les murailles au

(1) Chimie métallurgique, tom. I, pag. 26.

moment du dégel ; l'eau répandue dans l'air ſe gele contre les murs, parce que dans ce moment ils ſont encore trop froids ; l'humidité de l'air ſe convertit également en givre ſur la ſurface extérieure d'un vaiſſeau dans lequel on produit un froid artificiel par un mélange de ſel & de neige ou de glace.

L'eau s'évapore en hiver comme en été, mais avec cette différence, que la quantité de vapeurs qui s'élevent dans l'atmoſphère, eſt beaucoup plus grande dans la derniere ſaiſon que dans la premiere ; de même qu'elle eſt plus conſidérable dans un tems ſec que lorſqu'il eſt humide. Tous ceux qui ont écrit ſur la Météorologie ſont d'accord à cet égard.

L'eau, quoique convertie en glace, eſt encore ſujette à s'évaporer ; l'évaporation en eſt d'autant plus grande que le froid eſt plus vif ; elle ſurpaſſe même, dans ce cas, celle que l'eau liquide éprouve dans un tems moyen, entre le grand chaud & le grand froid : c'eſt ce qui réſulte des expériences de M. *Gauteron*, faites pendant le grand froid de 1709 (1), & que M. *de Mairan* répéta en 1716 par un froid auſſi conſidérable. Le dernier, dans ſa *Diſſer-*

(1) Hiſtoire & Mémoires de la Société royale des Sciences de Montpellier, tom. I, pag. 52 & 381.

tation ſur la Glace, donne une explication très-ſatisfaiſante de ſon abondante évaporation ; il ſuppoſe que celle des liquides peu ſpiritueux vient principalement du choc de l'air contre leurs parties extérieures, & que cette diſſipation ſe fait moins ſelon leur quantité, que ſuivant la grandeur des ſurfaces qu'ils préſentent à l'air. Or, la glace ayant preſque toujours des rides, des inégalités, & une boſſe ſur la ſuperficie, & de plus ſe détachant ordinairement des vaiſſeaux évaſés qui la contiennent, elle préſente plus de parties à l'air que n'en préſentoit l'eau dont elle eſt formée. A la vérité, elle réſiſte davantage, par ſa dureté, au choc des particules de l'air ; mais en récompenſe, celles-ci en enlevent de plus groſſes pieces, tant parce que les parties de la glace ſe trouvent fortement liées les unes avec les autres, que parce qu'elles ſont plus légeres qu'un pareil volume d'eau.

M. de *Mairan* prétend que les particules de la glace ont une tendance continuelle à ſe redreſſer ou à s'écarter en divergence les unes des autres ſous un angle de 60 degrés ; que cette tendance s'exerce d'autant plus puiſſamment qu'il y a plus de tems que la glace s'eſt formée, & qu'elle l'a été par un plus grand froid ; qu'enfin elle s'exerce bien plus aiſément

à la

à la ſuperficie que dans l'intérieur de la maſſe de glace. Or, cette tendance, ſuivant notre célebre Académicien, fait que les particules de la glace, ſur leſquelles l'air agit, ſont plus diſpoſées à ſe détacher de la maſſe totale, & qu'elles le ſont d'autant plus que le froid eſt plus grand, ou la glace plus dure & plus ſolide, & que par conſéquent elle doit s'évaporer davantage dans ces circonſtances que dans toute autre.

Dans le Groenland & les régions polaires, il s'éleve de la mer, lorſqu'il gele, un nuage ſemblable à ces fumées épaiſſes qui s'élevent des cheminées, des grandes Villes, des Forges & des Verreries. On remarque la même choſe vers l'embouchure du fleuve Saint-Laurent & les endroits circonvoiſins. Dans nos climats même, pendant l'hiver, quand il gele on obſerve une quantité prodigieuſe de vapeurs qui s'élevent des fontaines, des puits, des crevaſſes & des ouvertures qu'on fait à la glace, & ces vapeurs épaiſſes forment également un nuage fort denſe.

Lorſqu'un fleuve ſe précipite ſur un rocher, on remarque des vapeurs abondantes, qui proviennent des parties de l'eau qui ſe réfléchiſſent, & ſe ſéparent de la maſſe totale. Les cataractes de la riviere de Niagara ne permettent

pas de douter de cette vérité ; cette riviere ſe précipite de 156 pieds de hauteur, & les vapeurs qui s'en élevent forment un nuage épais qu'on apperçoit à la diſtance de 5 milles. A 3 milles d'Albanie, dans la nouvelle York, on trouve les cataractes d'un fleuve qui tombe de 50 pieds de haut ; le nuage de vapeurs qui s'en ſépare préſente ſouvent des iris : mais les cataractes les plus élevées ſont celles du fleuve Bogota en Amérique ; l'eau s'y précipite perpendiculairement de 600 toiſes, en fourniſſant auſſi à l'atmoſphère une grande quantité de vapeurs ſenſibles (1).

Ce n'eſt pas ſeulement dans ces circonſtances que l'évaporation de l'eau, ſon aſcenſion & ſa ſuſpenſion dans l'air ſe manifeſtent : nous voyons ſouvent comme une eſpece de fumée qui s'éleve de la ſurface de la terre & des montagnes éloignées ; quelquefois les montagnes ſituées à une grande diſtance, paroiſſent enveloppées d'une eſpece de nuage, quoique le tems ſoit ſerein ; d'autres fois les objets qui ſont éloignés paroiſſent vaciller, & faire, pour ainſi dire, de petits ſauts ; ce qui vient de l'agitation des vapeurs qui ſe trouvent entre ces objets & nous. Enfin l'exiſtence des vapeurs,

(1) *Bouguer*, Voyage au Pérou.

dans l'air qui nous environne, n'eſt plus douteuſe, lorſqu'on voit s'élever une eſpece de nuage de la ſurface des rivieres, des lacs & des marais; ces vapeurs, en interceptant preſque tous les rayons de la lumiere, font que le ſoleil & la lune paroiſſent ſouvent d'un rouge très-foncé à leur lever & à leur coucher.

Il y a long-tems que le célebre *Halley* a prouvé, par des obſervations faites avec toute l'exactitude poſſible, qu'en un jour d'été, par le ſeul effet de la chaleur régnante, il s'exhaloit, de la ſurface de la ſeule mer Méditerranée, 52,800,000,000 de tonnes d'eau (1). Le même Savant a encore trouvé que la Mer morte perd tous les jours, par l'évaporation, 9,000,000 de tonnes d'eau qu'elle reçoit du Jourdain, qui en fournit 6,000,000, & des autres rivieres qui en donnent 3,000,000.

Si on compare toute l'eau qui tombe dans l'eſpace d'une année ſur la terre, en brouillard, en roſée, en pluie, en gelée blanche, en grêle, en neige, avec celle qui s'éleve en vapeurs dans le même eſpace de tems; on trouvera que, pendant une année, il tombe ſur la terre & qu'il s'en exhale une quantité d'eau d'environ 30 pouces de hauteur; c'eſt ce que *Kruquius* a démontré

(1) Tranſact. Abr. tom. II. pag. 169.

avec beaucoup de travail, dans ſes tables météorologiques. Toutes choſes donc ſuppoſées égales, il eſt très-vraiſemblable que, de toute la ſurface de la terre, il s'éleve tous les ans, dans l'air, une quantité d'eau capable de couvrir la terre juſqu'à la hauteur de 30 pouces. Or, comme l'étendue de la ſurface du globe terreſtre eſt aſſez bien connue, il eſt aiſé de calculer l'immenſe quantité d'eau qui eſt toujours ſuſpendue ſur nos têtes, & que fourniſſent journellement à l'atmoſphère, les mers, les fleuves, les lacs, les rivieres, les marais, les terres, ainſi que les animaux & les végétaux.

Il n'eſt en effet aucun homme, aucun animal, qui ne tranſpire & qui n'exhale, dans l'air, une quantité de parties aqueuſes qui ajoutent à la maſſe prodigieuſe des vapeurs répandues dans l'atmoſphère. La tranſpiration de l'homme, par exemple, évaluée ſur un pied moyen, eſt, ſelon *Keill*, de 31 onces en vingt-quatre heures, & par conſéquent de 707 livres dans le cours d'une année. Quelle énorme quantité de vapeurs ne s'exhale-t-il donc pas continuellement des différens animaux répandus ſur toute la ſurface de la terre ? Afin de pouvoir nous en former une idée, n'ayons égard qu'à la tranſpiration journaliere de tous les hommes, il ſera facile d'en conclure celle des au-

tres animaux. Selon les calculs du célebre *Templemann* (1), ſi toute la terre habitée étoit peuplée comme l'Angleterre, il y auroit 4,960,000,000 d'hommes répandus ſur la ſurface du globe; &, ſi le nombre des habitans de la terre étoit proportionnel à celui de ceux qui ſont dans la Hollande, il y en auroit 34,720,000,000. Aulieu de 31 onces que chaque homme tranſpire, ne ſuppoſons que 16 onces ou une livre, nous trouverons que la tranſpiration de tous les hommes, en vingt-quatre heures, fournira à l'atmoſphère 347,200,000,000 de livres d'eau; ſi nous ajoutons à ce produit, celui de la tranſpiration des animaux de différentes eſpeces qui habitent la terre, nous aurons un réſultat au moins double ſans qu'on puiſſe nous accuſer de porter l'évaluation trop haut.

Quelque grande que ſoit la quantité de vapeurs exhalées, provenant de la tranſpiration de tous les hommes, de tous les animaux qui exiſtent ſur la terre; la ſomme de celles que les végétaux exhalent & envoient dans l'atmoſphère, eſt encore plus conſidérable. M. *Hales* a obſervé, qu'un tourneſol de 3 pieds & demi de hauteur, exhaloit, en douze heures de jour, une livre & 14 onces de vapeurs;

(1) Differt. of the Numbers, of Mankind.

c'eſt-à-dire preſqu'autant que la chaleur du ſoleil peut en élever, dans l'eſpace d'un jour, d'une ſurface d'eau de 3 pieds en quarré. La moyenne tranſpiration d'un chou ordinaire, fut trouvée d'une livre 3 onces, pour le même eſpace de tems : un petit pommier, élevé dans un vaſe, tranſpira 9 onces ; & un citronnier, dans les mêmes circonſtances, donna 6 onces d'eau. L'obſervation ayant appris qu'un arbre ordinaire a communément 20,000 feuilles, & que chaque feuille tranſpire 10 grains par jour ; la tranſpiration totale d'un arbre ſera donc, dans le même tems, de 200,000 grains ou plus de 26 livres. Or, en ſuppoſant que la tranſpiration des autres plantes ſoit dans la même proportion, la quantité de vapeurs que fourniſſent les végétaux ne le cede en rien à celle de l'évaporation des eaux répandues ſur la ſurface du globe ; c'eſt pour cette raiſon que l'air eſt extrêmement humide dans les endroits où il ſe trouve de vaſtes forêts, ainſi qu'on en eſt convaincu par des obſervations conſtantes, faites dans pluſieurs endroits de l'Europe & de l'Amérique méridionale.

Indépendamment de toutes ces cauſes d'évaporation naturelle qui communiquent à la maſſe d'air atmoſphérique une énorme quantité d'eau réduite en vapeurs, il en exiſte un grand nombre

d'autres, tels que les éboulemens, affaiſſemens & tremblemens de terre, les volcans, la deſtruction continuelle des ſubſtances combuſtibles opérée par le feu, ſoit dans la nature, ſoit dans les arts & pour nos beſoins journaliers; les végétaux qui ſe deſſéchent ou qui ſe pourriſſent ſur la ſurface de la terre & au milieu des eaux; les animaux qui meurent & ſe corrompent, &c. ces diverſes ſources, qui fourniſſent journellement à l'atmoſphère une quantité immenſe de parties aqueuſes, ſont d'autant plus abondantes que leur fécondité eſt perpétuelle.

La maſſe d'air, dans laquelle nous vivons, eſt encore très-certainement le réceptacle de pluſieurs portions de matieres appartenantes au regne minéral. Pour en douter, il faudroit ignorer que la plupart des ſubſtances, rangées dans cette claſſe, ne réſiſtent point au feu de nos foyers; qu'il les décompoſe & les réduit en leurs différens principes, dont quelques-uns ſont extrêmement fugaces ou volatils; qu'il y a dans le monde connu, trois ou quatre cents cavernes ou montagnes qui jettent du feu & vomiſſent une grande quantité de cendres ou terre calcinée, dont les parties les plus légeres ſe répandent dans l'air avec pluſieurs ſubſtances réduites en vapeurs; qu'on a vu des cendres volcaniques de l'Æthna, en Sicile, tranſportées juſqu'à

Conſtantinople; que d'autres, vomies par le Véſuve, ont été obſervées à Rome, & même en Afrique & en Egypte, au rapport de *Dion Caſſius*; qu'enfin, pluſieurs matieres minérales ſe décompoſent dans le ſein même de la terre, & produiſent des exhalaiſons meurtrieres ou inflammables qui ſe répandent dans l'air.

On admettra également, dans la maſſe d'air ou dans l'atmoſphère terreſtre, l'exiſtence de beaucoup de parties animales, ſi on fait attention que les cadavres des animaux, ſoit qu'on les brûle d'abord, qu'on les expoſe ou qu'on les enterre, ſe diſperſent enfin plus tôt ou plus tard dans l'air, à l'exception de quelques os qui ſe convertiſſent en terre; on ſait que l'uſage étoit général à Madrid d'employer, dans les maiſons, des chaiſes percées qu'on vidoit dans les rues. Un vieux préjugé faiſoit regarder cette coutume ſinguliere comme néceſſaire pour corriger la température de l'air: la chaleur du ſoleil & l'action de l'air diſſipoient ces matieres ſi promptement qu'il n'en reſtoit rien au bout de quelques heures: on ne peut diſconvenir encore que les œufs de certains inſectes ne flottent dans l'air. *Boerhaave* obſerve que, de la chair pendue à un fil, dans un lieu où aucune mouche ne pouvoit pénétrer, ſe trouva remplie de vers, quoiqu'elle eut trempé,

auparavant & pendant quelque tems, dans de l'alkool bouillant, & qu'elle fut frottée d'huile de térébenthine; il fait des ondées de pluie, en Afrique, qui excitent des friſſons; les gouttes que forment ces pluies ſont fort groſſes; elles ont un pouce environ de diamètre : ſi elles touchent la peau, elles la rongent; ſi elles s'attachent aux habits, elles y produiſent des vers & des teignes; ce fait eſt conſigné dans les Actes de Léipſick; &, M. *Gautier*, Auteur de la Bibliotheque des Philoſophes, rapporte une expérience qu'il fit à Montpellier en 1712 ou 1713, & qui prouve également que les œufs fécondés de différens animaux peuvent être élevés dans l'air, y ſubſiſter, y éclore, & retomber en forme de pluie.

L'on doit reconnoître encore que l'atmoſphère reçoit & contient pluſieurs parties des végétaux. A quelques lieues en mer, on ſent l'odeur très-marquée des canneliers & des girofliers qui couvrent l'Iſle de Ceylan; l'infection que répandent les marais, les foſſés, les cloaques, les fumiers, &c. ne permet pas de douter des exhalaiſons que les plantes fourniſſent à l'air. Combien d'arbres, de plantes, de fleurs, de feuilles, de fruits, qui tous les ans ſe deſſéchent ſur la ſurface de la terre, & ſe diſperſent dans l'air, à la réſerve d'une

petite partie qui n'eſt pas exaltée ; combien de ces matieres diſſipées & volatiliſées par l'action du feu. Enfin, combien avons-nous d'exemples de plantes, dont les ſemences ont été emportées par l'air agité, dans des lieux où il n'y en avoit auparavant aucun veſtige.

Ainſi, l'eau qui couvre la ſurface de notre globe ; la tranſpiration des animaux & des végétaux de toute eſpece ; les diverſes altérations dont ils ſont ſuſceptibles ; celles que les minéraux eux-mêmes peuvent éprouver dans la Nature & dans les arts, ſont autant de ſources intariſſables de vapeurs & d'exhalaiſons différentes qui s'élevent dans la maſſe de l'air ou dans l'atmoſphère terreſtre, par un mécaniſme phyſique, ſur lequel nous n'avons encore que quelques apperçus.

Il paroît que la chaleur eſt une des principales cauſes de l'aſcenſion des vapeurs & des exhalaiſons ; mais ce n'eſt pas la ſeule : puiſque la quantité qui s'éleve des unes & des autres n'eſt pas proportionnelle à la chaleur ; puiſque ſouvent, dans un très-grand froid, la neige diſparoît, la glace diminue, la glace & la neige ſe réſolvent en vapeurs.

Il eſt certain que l'action de l'air contribue pour beaucoup à l'exaltation des vapeurs & des exhalaiſons ; cependant on ne peut pas

dire qu'elles ſoient exaltées par la preſſion de l'air, & en vertu d'une moindre peſanteur ſpécifique provenant de la chaleur à laquelle ces corpuſcules ſont en priſe ; car, pour que l'eau, par exemple, devienne ſpécifiquement plus légere que l'air, il lui faut une dilatation qui rende ſon volume au moins 800 fois plus grand : dilatation qui exige une chaleur incomparablement plus grande que celle qui regne dans les tems où les vapeurs s'élevent le plus abondamment.

Ne pourroit-on pas reconnoître une affinité, une attraction ſpéciale, entre l'air & les corpuſcules qu'il éleve ; attraction aſſez ſemblable à celle qu'a l'eau pour les ſels qu'elle diviſe & avec leſquels elle ſe combine. Dans cette hypothèſe ſi naturelle, l'action de la chaleur & l'action de l'air, concourant, tantôt conjointement & tantôt ſéparément, à l'aſcenſion des vapeurs & des exhalaiſons, rendroient raiſon de ce grand phénomène, cauſe certaine & indubitable de tous les météores. La chaleur, en dilatant les corps, en diminuant l'adhérence de leurs parties, faciliteroit la ſéparation d'une infinité de corpuſcules, que l'air enſuite attireroit avec d'autant plus de force que ſon affinité ſeroit moins ſatisfaite, & ſon action répétée & renouvelée

un plus grand nombre de fois ſur un même objet, par exemple, ſur un même baſſin d'eau quand le vent ſouffle.

Ce qu'il y a de certain, c'eſt que l'air & l'eau s'attirent réciproquement, & que l'eau ſe diſſout dans l'air en certaines proportions, de maniere que cette ſolution eſt auſſi claire & limpide que celle d'un ſel à une doſe déterminée dans une quantité donnée d'eau; qu'il en admet de plus grandes quantités, qui rendent la ſolution louche, & qui, ſuivant certaines diſpoſitions acceſſoires, deviennent brouillards, nuages, roſée, ſerein, pluie, neige, grêle, &c.

M. d'*Opſon*, de Liverpool, fit un jour une expérience qui prouve la vertu diſſolvante de l'air; il plaça, ſous le récipient de la machine pneumatique qu'on avoit vidé d'air, une ſoucoupe de porcelaine, contenant 3 onces d'eau; il en expoſa une autre ſemblable à l'air libre: la température étoit d'environ 10 degrés au thermomètre de *Réaumur*, & les vaſes avoient été peſés avec ſoin. Au bout de quatre heures, on obſerva que l'eau, expoſée à l'air de l'atmoſphère, avoit perdu 1 gros 8 grains, tandis que celle qui avoit été placée dans le vide, n'avoit pas ſenſiblement diminué.

On trouve, dans le volume de l'Académie des Sciences, année 1751, un Mémoire de M. *le Roi*, Docteur en Médecine de la Faculté de Montpellier, dans lequel cet habile Phyſicien démontre, par des expériences très-ingénieuſes, que la diſſolution de l'eau par l'air, eſt aſſujettie à un point de ſaturation, au-delà duquel elle perd ſa limpidité & devient louche; il fait voir encore que de l'air chaud diſſout davantage d'eau que de l'air froid, & que, lorſque le premier ſaturé d'eau vient à ſe refroidir, il laiſſe dépoſer celle qu'il ne peut plus tenir en diſſolution.

Pour conſtater cette vérité, M. *le Roi* a pris une bouteille vide & ſéche; il l'a expoſée à une température de 15 degrés au-deſſus du terme de la congélation, & l'a bouchée exactement. Lorſque l'air de l'atmoſphère s'eſt refroidi de quelques degrés, celui-ci, renfermé dans la bouteille, s'eſt refroidi de même; mais il s'eſt déchargé viſiblement de l'eau qu'il ne pouvoit plus, dans cet état, tenir en diſſolution; elle s'eſt raſſemblée au fond de la bouteille. Il s'eſt encore aſſuré que l'eau, ainſi condenſée, étoit diſſoute de nouveau par l'air de la bouteille, à meſure qu'il parvenoit au degré de chaleur où il y avoit été renfermé.

Lorſqu'on fait évaporer une grande quan-

tité d'eau dans des endroits fermés, comme il arrive chez les Teinturiers, chez les Braſſeurs, &c. L'air ne pouvant pas diſſoudre toutes les vapeurs, celles qui ſont en excès troublent la tranſparence de ce fluide & forment un véritable brouillard ; il y a plus, l'air chaud, gagnant la partie la plus élevée de ces ateliers, après qu'il s'eſt ſaturé d'eau, celle-ci s'en ſépare à proportion qu'il ſe refroidit, & on la voit retomber en pluie & en roſée.

La vertu diſſolvante de l'air ne peut donc être révoquée en doute, puiſqu'elle eſt appuyée ſur des expériences certaines qu'il eſt facile de répéter ; ce qui rend ſi efficace cette action diſſolvante, paroît être la ténuité & la fineſſe des parties intégrantes de ces deux fluides. On connoît celle de l'eau ; car, avec le microſcope, on eſt parvenu à compter 26,000,000 de particules viſibles dans une goutte d'eau, & *Nieuwentit* a démontré que la pointe de l'aiguille la plus fine pourroit porter 13,000 des parties intégrantes de l'eau. La ténuité des molécules de l'air eſt incomparablement plus grande, puiſqu'elle les ſouſtrait à nos obſervations, & que les meilleurs microſcopes n'ont aucune priſe ſur elles.

Quelle que ſoit la cauſe de l'aſcenſion des vapeurs & des exhalaiſons, dans la maſſe d'air

qui nous environne, il eſt certain qu'elles y ſont bientôt diſſéminées & répandues, & qu'elles s'élevent dans l'atmoſphère à des hauteurs différentes, ce qui dépend de leur plus ou moins grande légéreté ſpécifique, des diverſes combinaiſons dont elles ſont ſuſceptibles, ainſi que de l'état de l'air dans lequel elles ſe répandent. M. *Bouguer*, dans ſon Ouvrage de la figure de la terre, fixe à 4400 toiſes la hauteur extrême des vapeurs, ce qui les porte à une lieue environ au-deſſus des plus hautes montagnes; néanmoins on obſerve que l'élévation perpendiculaire des nuages, au-deſſus des contrées terreſtres, n'excede pas communément la hauteur des montagnes.

Comme rien ne s'anéantit de tout ce qui a été crée, les corpuſcules de toute eſpece qui rempliſſent l'atmoſphère venant à s'y rencontrer, ſe repouſſent ou s'uniſſent ſelon leur analogie, leur tendance à la combinaiſon ou les différens degrés d'affinités qu'ils peuvent avoir les uns avec les autres. Si la chaleur, qui concourt à l'exaltation des vapeurs & des exhalaiſons, les abandonne à la rencontre d'un air froid, dans les régions élevées de l'atmoſphère, alors elles ſe condenſent, ſe réuniſſent & deſcendent en particules plus ſenſibles, pour aller de nouveau ſervir à la compoſition, à la

formation des animaux, des végétaux, des minéraux, &c.

Ainſi s'exécute, ſans interruption, depuis la création du monde, une circulation exacte dans toute ſa matiere tant ſolide que liquide ou fluide. De-là partent les météores ignés, les météores aqueux, les météores aériens, & en général tous les phénomènes qui naiſſent & paroiſſent dans l'atmoſphère terreſtre.

C'eſt auſſi à cette circulation, établie dans la matiere, pour la deſtruction & la reproduction des êtres de toute eſpece, qu'il faut rapporter les viciſſitudes continuelles de l'atmoſphère, les différences qu'on obſerve dans la denſité & dans le reſſort de l'air, ainſi que les qualités accidentelles & variables de ce fluide, comme la ſéchereſſe & l'humidité, la chaleur & le froid. On conçoit bien que tous ces changemens dépendent des ſaiſons, des régions, ainſi que des différens vents, de la conſtitution du ſol & des ſubſtances qui y abondent. On conçoit également que l'air doit néceſſairement produire, par les variations de ſes qualités, divers effets dans l'économie animale & l'économie végétale : il n'en faut pas davantage pour ſentir combien ſont importantes les obſervations que l'on peut faire, à l'aide de l'*anemomètre*, du *barometre*, de l'*hygrometre*,

l'*hygromètre* & du *thermomètre*. Nous ferons précéder l'hiſtoire de ces inſtrumens de celle des météores aériens, ou des vents, qui ſont la même choſe. Quant aux météores ignés & aux météores aqueux, qui ont également leur ſiége dans l'atmoſphère, il ſuffit de ſavoir que l'électricité & l'air inflammable concourent, tantôt conjointement & tantôt ſéparément, à la production des premiers; & que les vapeurs & les exhalaiſons non inflammables, plus ou moins raréfiées par la chaleur, plus ou moins condenſées par le froid, donnent naiſſance à tous les météores aqueux, dont quelques-uns paroiſſent dépendre encore de l'action des vents, ainſi que de celle de l'électricité.

CHAPITRE I.

Des Météores aériens ou des Vents.

On donne le nom de vent à une agitation, à un mouvement violent d'une portion de l'atmoſphère, dont on connoît l'effet ſans en déterminer préciſément la cauſe primitive: on ſait que c'eſt un défaut d'équilibre dans les colonnes aériennes; mais on ignore ce qui

le fait naître, & l'on n'en a encore parlé que par conjectures, comme nous le verrons dans la ſuite.

Les vents ſoufflent en toutes ſortes de directions, de bas en haut, de haut en bas, & horizontalement. Si l'on conçoit un Obſervateur placé au centre de l'horizon, comme on peut tirer une infinité de rayons d'un centre à la circonférence du cercle auquel il appartient, & au contraire, de la circonférence au centre, on pourra auſſi imaginer une quantité prodigieuſe de vents qui pourront ſouffler dans la direction des différentes lignes, qu'on peut concevoir menées des différens points de la circonférence de l'horizon à ſon centre.

Pour la commodité de la navigation, on a diviſé la circonférence de l'horizon en trente-deux parties égales; & les vents, qui ſoufflent des points de diviſion, portent les noms que l'on voit ſur les roſes des bouſſoles marines. Les principaux ſont ceux qui viennent des quatre parties du monde ou des quatre points cardinaux de la ſphère, c'eſt-à-dire le vent du nord, qui vient du pôle arctique, boréal ou ſeptentrional; le vent du midi ou du ſud, qui ſouffle du pôle antarctique, auſtral ou méridional; le vent d'eſt, qui part du levant ou

de l'orient équinoxial, & le vent d'oueſt, qui arrive de l'occident ou du couchant équinoxial.

A ces quatre vents *cardinaux*, il faut ajouter : 1°. le vent *nord-eſt* ou galerne, qui ſouffle de l'orient ſolſticial ou d'un point de l'horizon également éloigné du nord & du levant.

2°. Le vent *nord-oueſt*, qui vient du couchant ſolſticial ou d'un point de l'horizon auſſi éloigné du nord que du couchant.

3°. Le vent *ſud-eſt*, qui arrive de l'orient d'hiver ou d'un point de l'horizon également diſtant du midi & du levant.

4°. Le vent *ſud-oueſt*, qui ſouffle du couchant d'hiver ou d'un point de l'horizon auſſi éloigné du midi que du couchant.

Ces quatre vents s'appellent *collatéraux*, parce qu'ils ſe trouvent chacun préciſément entre deux vents *cardinaux*.

5°. Le vent *nord-nord-eſt*.
6°. Le vent *eſt-nord-eſt*.
7°. Le vent *nord-nord-oueſt*.
8°. Le vent *oueſt-nord-oueſt*.
9°. Le vent *ſud-ſud-eſt*.
10°. Le vent *eſt-ſud-eſt*.
11°. Le vent *ſud-ſud-oueſt*.
12°. Le vent *oueſt-ſud-oueſt*.

Ces huit derniers vents ont un nom compoſé des noms d'un vent *cardinal* & d'un vent *collatéral*, parce que chacun d'eux ſe trouve auſſi éloigné de celui-ci que de celui-là.

Les ſeize autres vents ſont : 1°. le nord quart au nord-eſt.

2°. Le nord-eſt quart au nord.

3°. Le nord-eſt quart à l'eſt.

4°. L'eſt quart au nord-eſt.

5°. L'eſt quart de ſud-eſt.

6°. Le ſud-eſt quart à l'eſt.

7°. Le ſud-eſt quart au ſud.

8°. Le ſud quart au ſud-eſt.

9°. Le ſud quart au ſud-oueſt.

10°. Le ſud-oueſt quart au ſud.

11°. Le ſud-oueſt quart à l'oueſt.

12°. L'oueſt quart au ſud-oueſt.

13°. L'oueſt quart au nord-oueſt.

14°. Le nord-oueſt quart à l'oueſt.

15°. Le nord-oueſt quart au nord.

16°. Le nord quart au nord-oueſt.

Ces vents ont des noms relatifs à leur origine & à leur poſition reſpective. Par exemple, le vent *nord quart au nord-eſt* eſt ainſi appelé, parce qu'il ſe trouve entre le vent du *nord* & le vent du *nord-eſt*; ſon nom commence par *nord*, parce qu'il eſt plus près du point de l'horizon d'où ſouffle le vent du

nord, que de celui d'où vient le vent du *nord-eſt*; on a ajouté à ſon nom le mot *quart*, parce que c'eſt le quatrieme vent à compter depuis le *nord-eſt* juſqu'au *nord*.

Les vents qui ſoufflent des quatre points cardinaux, conſervent leur même nom à quelqu'étendue de la ſurface de la terre qu'ils parviennent; mais il n'en eſt pas de même de tout autre vent quelconque, qui s'éleve d'un autre point de l'horizon, il doit changer de nom ſuivant les différens endroits du globe qu'il parcourt, quoiqu'il ſouffle conſtamment dans la même direction; la raiſon en eſt que les rumbs, d'où les vents tirent leurs noms, ne forment point des lignes droites, mais des linges courbes entre l'équateur & les pôles. Suppoſons, par exemple, un vent qui, venant de l'équateur, faſſe, avec notre méridien, un angle de 45 degrés, tel que celui que nous nommons *ſud-oueſt*; lorſque ce vent parviendra dans d'autres régions, il formera, avec leurs méridiens, un angle d'autant plus grand que ces régions ſeront plus proches du pôle boréal, par la raiſon que les méridiens ne ſont point parallèles, mais bien convergens vers les pôles où ils ſe réuniſſent.

Rien ne paroît plus irrégulier & plus variable que la direction & la force des vents

dans nos climats ; mais il y a des pays où cette irrégularité n'eſt pas ſi grande, & d'autres où le vent ſouffle conſtamment dans la même direction & preſqu'avec la même force. De-là, on diſtingue des vents *généraux* & *conſtans*, des vents *périodiques* ou *anniverſaires*, qui regnent dans certains tems & dans certaines contrées ; des *vents de mer*, qui ſoufflent de la mer vers la terre ; des *vents de terre*, qui ſoufflent de la terre vers la mer ; des vents *libres* ou *variables*, qui n'ont aucun cours fixe.

Halley & *Dampierre* ont donné l'hiſtoire des vents généraux ; le premier, dans les *Tranſactions philoſophiques* ; & le ſecond, dans ſon *Traité des Vents*. Quelques-uns de ces vents ſont plus fréquens & plus impétueux que d'autres : ceux que nous ſentons au lever du ſoleil, & qui ont leurs cours d'Orient en Occident, ſoufflent continuellement ſur la mer dans la zône torride, & dans la plupart des endroits de la terre entre les tropiques ; ces vents d'eſt s'étendent même au-delà ; ils ſoufflent ſi conſtamment dans la Mer pacifique, que les vaiſſeaux qui vont d'Acapulco aux Philippines font cette route, qui eſt de plus de 2700 lieues, ſans avoir, pour ainſi dire, beſoin d'être dirigés : deux mois ſuffi-

ſent pour cette navigation ; mais le retour eſt plus difficile & plus long. Les mêmes vents regnent toute l'année ſur la Mer atlantique & ſur celle d'Ethiopie, avec cette différence que dans la premiere ils paroiſſent nord-eſt, & ſud-eſt dans la derniere. En général, ces vents éprouvent des variations ſelon les différens dégrés de latitude où ils ſoufflent. Depuis la ligne ou l'équateur juſqu'au 12e. ou 14e. degré, ils ont peu de force & de durée ; mais à à compter du 14e. juſqu'au 23e. degré, ils ſont plus violens & plus impétueux que dans tout autre endroit ; il foibliſſent enfin depuis le 23e. degré juſqu'à peu-près le 30e. degré.

Le célebre *Muſchenbroek* rend aſſez bien raiſon de ces variations, en obſervant que, depuis le 14e. degré juſqu'à l'équateur, le vent d'eſt ſouffle contre le continent de l'Amérique, qui le briſe & qui l'arrête ; ce qui fait qu'il n'a pas la même liberté pour ſe diriger en pleine mer, qu'entre le 14e & le 23e. degré de latitude, où il prend ſon cours entre les Iſles des Antilles & les Caraïbes, qui ne l'empêchent point de ſe mouvoir librement de l'Océan atlantique au golfe de Mexique. Selon le même Phyſicien, le vent d'eſt doit avoir moins de force depuis le 23e. juſqu'au 28e. degré de latitude, puiſque dans cet eſpace il

ſouffle contre le continent de l'Amérique ſeptentrionale, ſavoir contre la Floride, & que cet obſtacle briſe ſon action.

Ce raiſonnement eſt parfaitement d'accord avec ce qu'on obſerve journellement. Le vent, en général, ſe fait moins ſentir ſur les côtes qu'en pleine mer, & encore moins dans le milieu des continents que ſur les côtes. Perſonne n'ignore combien les arbres, les édifices, & les autres obſtacles du même genre, contribuent à diminuer la violence des courans aériens, qui jouiſſent de toute leur force dans les plaines & dans les endroits découverts.

Vers les rivages de Surinam, le vent d'eſt commence à ſouffler au lever de l'aurore; il devient plus foible ſur les neuf heures du matin, & continue à ſouffler ainſi juſqu'au coucher du ſoleil. Ses limites s'étendent plus loin ſur les côtes d'Amérique que ſur celles d'Afrique; car, ſur les côtes d'Amérique, il ſouffle avec beaucoup de force juſqu'à 30 ou 32 degrés de latitude; il diminue enſuite inſenſiblement juſqu'au 40e. degré, où il ceſſe de régner. On remarque auſſi que les vents généraux s'étendent plus vers le ſud, ſur les côtes méridionales de l'Amérique, que ſur le promontoire d'Afrique, appelé le Cap de Bonne-Eſpérance. On obſerve, outre cela, ſur

la Mer atlantique, à 170000 milles de la Martinique, & dans le golfe du Mexique, des tourbillons de vents très-dangereux pour les Navigateurs, à moins qu'ils n'aient ſoin de plier les voiles. Les vents d'Orient ſoufflent avec plus de modération dans le golfe du Mexique, où la navigation eſt aſſez heureuſe, & le ciel ſerein; mais, entre le 4e. & le 10e. degré de latitude ſeptentrionale, & entre les méridiens qui s'étendent au-delà des Iſles Heſpérides, il y a, en mer, un certain endroit où l'on obſerve preſque toujours des éclairs, des ouragans, des tonnerres, des pluies, des bonaces: ces phénomènes ſe font remarquer entre les mois d'Avril & de Septembre; le tems y eſt moins orageux lorſque le ſoleil eſt vers le tropique du Capricorne. Cet endroit ſe trouve placé entre le vent général d'eſt & le ſud-oueſt, qui s'étend vers la Guinée, où l'air eſt très-calme.

Les vents de nord-eſt & de ſud-oueſt ſoufflent ordinairement depuis Carthagène juſqu'à Porto-Belo; les premiers commencent vers le milieu de Novembre, & durent juſques vers le milieu du mois de Mai, tems où ils abandonnent la place au vent du ſud-oueſt, qu'on ne trouve qu'à la latitude de 12 degrés & demi

environ ; car les vents d'Orient ſe ſont toujours ſentir à une plus grande latitude.

Nous ne parcourrons point ici toutes les obſervations qu'on a faites ſur les variations qu'éprouve, dans ſa direction, le vent général d'eſt, qui participe plus ou moins du nord & du ſud, ce qui dépend d'un grand nombre de circonſtances, dont le détail nous conduiroit trop loin ; mais nous obſerverons que le changement de ſaiſon influe ſur ſa direction de ces ſortes de vents ; ils ſuivent communément le cours du ſoleil ; lorſque cet aſtre parcourt les ſignes ſeptentrionaux, le vent du nord-eſt, qui ſouffle dans la partie ſeptentrionale de notre globe, prend davantage de l'eſt, & le vent de ſud-eſt, qui regne alors ſur l'océan Ethiopien, prend plus du ſud. Au contraire, lorſque le ſoleil ſe trouve dans les ſignes méridionaux, les vents de nord-eſt, qui ſoufflent ſur la Mer atlantique, prennent plus du nord, tandis que les vents de ſud-eſt, de la mer d'Ethiopie prennent davantage de l'eſt.

Une autre obſervation qui n'a point échappé aux Navigateurs, c'eſt que le ciel eſt ſerein ſous la ligne, & que le paſſage en eſt aſſez sûr, lorſque le ſoleil eſt dans les ſignes méridionaux ; mais il en eſt autrement lorſque cet aſtre parcourt les ſignes ſeptentrionaux ; il regne alors,

ſous la ligne, de fréquentes tempêtes ; phénomènes qu'on n'obſerve que dans la partie orientale de l'Océan atlantique, & qui obligent de plier les voiles des vaiſſeaux qui ſe trouvent ſur cette mer : il y apparence que les nuées, qui produiſent ces tempêtes, viennent des endroits où il y a des *bonaces*, lieux que les Navigateurs évitent avec grand ſoin ; ce qui leur fait paſſer la ligne plus près de l'Amérique. Lorſque le ſoleil eſt au-delà de l'équateur, l'eau de l'Océan, qui répond à la ligne, eſt moins échauffée & exhale moins de vapeurs. Voilà pourquoi le ciel eſt alors ſerein & le paſſage non dangereux ſous la ligne ; mais, lorſque l'aſtre du jour eſt près de l'équateur, il ſe forme dans cet endroit, des nuages orageux qui produiſent les violentes tempêtes qu'on y remarque alors.

Le vent de nord-eſt ſe change en nord-oueſt près les côtes de la Nigritie. A dix lieues de la côte de Guinée, le vent ſud-eſt ſe change en ſud, & plus près de cette côte, le vent devient ſud-oueſt. Il ſouffle un vent de ſud ſur la côte des Cafres, d'Angola & de Congo : on remarque communément que le vent d'Orient ſe fait ſentir à une aſſez grande diſtance des côtes de l'Amérique ; car on ne le rencontre qu'à 100 lieues de ces côtes, tandis

qu'on commence à le ſentir à 30 lieues des côtes d'Afrique, principalement dans l'hémiſphère ſeptentrional ; mais dans l'hémiſphère oppoſé ou méridional, il ne commence à ſouffler qu'à une plus grande diſtance ; néanmoins le vent d'eſt ſe fait remarquer à 8 lieues de diſtance du promontoire qu'on appelle *Lavela.*

Les vents du nord ſont aſſez conſtans vers les cercles polaires ; mais ils deviennent foibles de plus en plus à proportion qu'on approche de l'équateur, ce qui eſt commun aux deux pôles.

Les vents du nord ſoufflent pendant près de ſept mois dans l'Amérique ſeptentrionale, & ſe font ſentir près de la baie d'Hudſon & du détroit de Davis ; ces vents regnent pendant cinq mois & demi dans la Norwege, cinq mois dans le Canada, & quatre mois dans la nouvelle Angleterre ; on a également obſervé qu'à la terre de Feu, & dans les endroits les moins éloignés du pôle auſtral, où l'on a pu aborder, le vent vient auſſi du pôle ; en ſorte que le vent d'eſt occupant la zône torride, les vents polaires occupent les zones froides. A l'égard de celles qui ſont tempérées, les vents qui y regnent ſont communément des courans aériens, dont le mouvement eſt compoſé de ceux dont nous

venons de parler, & qui produiſent des vents dont la direction tend vers l'Occident ; il y a auſſi des vents d'oueſt dont la direction tend à l'Orient, & qui regnent ſouvent dans la zone tempérée, ſoit dans la Mer atlantique, ſoit dans celle du ſud ; ils paroiſſent n'être que des vents réfléchis par les terres de l'Amérique & de l'Aſie, mais qui doivent leur premiere origine aux vents d'orient & de nord.

Le vent de nord-eſt ſouffle ſur l'hémiſphère boréal, & le vent de ſud-eſt ſe fait ſentir dans l'hémiſphère méridional ; ces vents ſont modérés auprès de l'équateur depuis le mois de Mars juſqu'en Septembre ; auſſi les Navigateurs Eſpagnols profitent de cet intervalle pour ſe rendre d'Acapulco aux Iſles Manilles ; mais vers le mois de Janvier, on éprouve, ſur la Mer pacifique, des violentes tempêtes ; les vents qui regnent ſur cette mer ſont conſtans & plus forts que ceux qui ſoufflent ſur la mer des Indes & ſur l'océan atlantique ; ſans doute parce qu'elle a plus d'étendue & un fort petit nombre d'Iſles.

Les vents d'oueſt ſoufflent conſtamment & avec beaucoup de violence vers le détroit de *Magellan*, ainſi que vers celui de *le Maire* ; cependant le vent du ſud ſouffle toujours entre ce dernier détroit & les côtes de cette région,

qu'on appelle *Terre auſtrale*. On remarque auſſi que le vent d'oueſt regne entre les Iſles Triſtan d'*Acunha* & la Cap de Bonne-Eſpérance, & qu'il ſouffle dans ces parages pendant les mois de Mai, Juin, Juillet & Août; mais pendant les mois de Décembre, Janvier & Février, les vents y ſont variables & précurſeurs des tempêtes & des orages.

Les Navigateurs qui partent d'Europe pour ſe rendre en Amérique, font route du nord au ſud, en ſuivant la direction des côtes d'Eſpagne & d'Afrique juſqu'au 20e. degré de latitude nord, où ils trouvent ces vents d'eſt qui regnent conſtamment ſous la ligne, & qui les portent directement ſur les côtes de l'Amérique. Vers le 28e. ou 30e. degré de latitude nord, on rencontre des vents d'oueſt aſſez conſtans; de-là, les Navigateurs qui reviennent des Indes occidentales en Europe, ſuivent un autre chemin que celui qui les y a conduits. Ceux qui viennent de la nouvelle Eſpagne, dirigent leur route le long des côtes pour ſe rendre à la Havane, dans l'Iſle de Cuba, & de-là ils font voile vers le nord, pour chercher les vents d'oueſt qui les portent aux Açores & enſuite en Eſpagne. Dans la mer du ſud, les vaiſſeaux, qui reviennent des Philippines ou de la Chine au Pérou

ou au Mexique, ſont voile vers le nord juſqu'à la hauteur du Japon; &, après avoir navigué juſqu'à une certaine diſtance de la Californie, ils côtoyent la nouvelle Eſpagne & arrivent à Acapulco. Au reſte, les vents d'eſt ne ſoufflent pas toujours du même point, ainſi que nous l'avons remarqué; mais en général ils ſont au nord-eſt depuis le mois de Novembre juſqu'au mois d'Avril, & ils ſont au ſud-eſt depuis Avril juſqu'en Novembre.

Selon M. de *Buffon*, le vent d'eſt contribue, par ſon action, à augmenter le mouvement général de la mer, d'orient en occident; il produit auſſi des courans qui ſont conſtans & qui ont leur direction, les uns de l'eſt à l'oueſt, les autres de l'eſt au ſud-oueſt ou au nord-oueſt, ſuivant la direction des éminences & des chaînes de montagnes qui ſont au fond de la mer, dont les vallées ou les intervalles qui les ſéparent, ſervent de canaux à ces courans; de même, les vents alternatifs, qui ſoufflent tantôt de l'eſt & tantôt de l'oueſt, produiſent auſſi des courans qui changent de direction en même tems que ces vents en changent auſſi.

Les vents qui ſoufflent conſtamment pendant quelques mois, ſont, pour l'ordinaire, ſuivis de vents contraires, & les Navigateurs

ſont obligés d'attendre ceux qui leur ſont favorables. Lorſque ces vents viennent à changer, on éprouve des calmes ou des tempêtes dangereuſes, & cet intervalle eſt quelquefois d'un ou de deux mois.

Les vents généraux ſe combinent différemment dans différens climats. Dans cette partie de la mer atlantique, qui eſt ſituée ſous la zone tempérée, les vents du nord regnent aſſez conſtamment pendant les mois d'Octobre, Novembre, Décembre & Janvier; & c'eſt la raiſon pour laquelle ces mois ſont les plus favorables pour s'embarquer, lorſqu'on veut aller de l'Europe aux Indes, afin de paſſer la ligne à l'aide de ces vents. Le vent de nord ſouffle preſque continuellement, pendant l'hiver, dans la nouvelle Zemble, ainſi que ſur les autres côtes ſeptentrionales, & le vent du midi ſe fait ſentir pendant le mois de Juillet au Cap Vert; c'eſt alors la ſaiſon pluvieuſe ou l'hiver de ces climats. Le vent de nord-oueſt ſouffle, pendant le mois de Septembre, au Cap de Bonne-Eſpérance. A Patna, dans l'Inde, ce même vent de nord-oueſt ſouffle pendant les mois de Novembre, Décembre & Janvier, & il produit de grandes pluies; mais les vents d'eſt régnent pendant les neuf autres mois. Dans l'Océan indien, entre l'Afrique

l'Afrique & l'Inde, & juſqu'aux Iſles Moluques, les vents d'orient ſoufflent depuis Janvier juſqu'au commencement de Juin, & les vents d'occident commencent aux mois d'Août & de Septembre; &, pendant les mois de Juin & de Juillet, il y a de grandes tempêtes, produites ordinairement par des vents de nord, qui varient davantage ſur les côtes qu'en pleine mer. Dans le royaume de Guzarate, & ſur les côtes de la mer qui l'avoiſine, les vents de nord regnent depuis le mois de Mars juſqu'à celui de Septembre; &, pendant les autres mois, les vents de midi ſouffient preſque continuellement. Les Hollandois, pour revenir de Java en Europe, partent ordinairement aux mois de Janvier & de Février, par un vent d'orient qui les accompagne juſqu'au 18e. degré de latitude auſtrale, après quoi ils trouvent des vents de ſud qui les amenent juſqu'à Sainte-Helene.

A 28 degrés environ de latitude ſeptentrionale & près la côte d'Afrique, il regne un vent de nord-eſt qui accompagne les Navigateurs juſqu'à 10 degrés de latitude nord, à environ 100 lieues de la Guinée. Ceux qui vont aux Iſles Caraïbes, trouvent, en approchant de l'Amérique, que le même vent de nord tourne de plus en plus à l'eſt, & même qu'il

tend à devenir ſud-eſt. Le vaiſſeaux qui partent de la côte de Guinée, ne dirigent pas leur route droit au Bréſil ; mais ils avancent du côté du midi, ſur-tout lorſqu'ils partent aux mois de Juillet & d'Août, à cauſe des vents de ſud qui ſoufflent dans ce tems-là. Ces mêmes vents regnent permanamment depuis Lima juſqu'à Guajaquil ; mais ils deviennent ſud-oueſt depuis le mois de Novembre juſqu'au mois de Mai.

Depuis le Port Saint-Mathieu juſqu'à Manta, on trouve des vents de ſud avec toutes leurs variétés, & les mêmes vents ſe font ſentir depuis Manta juſqu'à Cabo-Blanco. Les Navigateurs, qui partent des Manilles pour ſe rendre à Acapulco, dans la nouvelle Eſpagne, éprouvent, pendant les mois de Juin, Juillet & Août, un vent d'oueſt qui les accompagne juſqu'au 28e. degré de latitude boréale. Mais depuis la terre d'Eſon, une des inconnues, juſqu'au 23e. degré de la même latitude, il regne des vents de nord très-fréquens.

Le vent général d'orient regne encore dans la mer des Indes ; mais on y remarque auſſi d'autres vents périodiques, qui ſoufflent, pendant un certain tems, vers un même endroit, & enſuite vers un côté oppoſé ; on donne à

ces vents, les noms de mouſſons & d'anniverſaires ; mais ces vents alternatifs n'ont pas toujours la même durée : nous en parlerons dans un inſtant. Quoiqu'en général le vent d'eſt ſouffle autour du globe, à 25 ou 30 degrés de chaque côté de l'équateur, néanmoins il ne s'étend pas par-tout à la même diſtance, & il n'a pas toujours la même direction, puiſqu'au-delà de l'équateur il prend un peu du ſud, tandis qu'en deçà du même cercle il prend un peu du nord. Selon M. *de Buffon*, ce vent, dans l'Océan indien, ne s'étend qu'à environ quinze degré au-delà de l'équateur. Les Navigateurs, qui vont de Goa au Cap de Bonne-Eſpérance, ne trouvent ce vent d'orient qu'au 12e. degré environ de latitude auſtrale, & on ne l'éprouve pas en deçà ; mais il ſe fait ſentir depuis le 12e. degré de latitude ſud juſqu'au 28e. degré de latitude méridionale. Dans la mer qui ſépare l'Amérique de l'Afrique, il y a un endroit où le vent d'eſt ne ſouffle pas ; c'eſt depuis le 4e. juſqu'au 10e. ou 11e. degré de latitude ſeptentrionale : mais au-delà, on retrouve ce vent juſqu'au 30e. degré. *Muſchenbroek* obſerve, qu'entre le 10e. & le 30e. degré de latitude méridionale, & depuis l'Iſle de Madagaſcar juſqu'à celle de

Java, les Iſles adjacentes qui ſont plus orientales, & la nouvelle Hollande, il ſouffle toute l'année un vent de ſud-eſt, qui, en certains tems, prend davantage de l'eſt, & qui, quelquefois paroît nord-eſt.

Dans l'Océan indien, les mouſſons commencent à ſe faire ſentir depuis le 10e. degré de latitude auſtrale; quelques-uns parviennent juſqu'au 12e. degré de la même latitude; mais on ceſſe de les éprouver entre l'Iſle Sumatra & les promontoires de la partie méridionale de Madagaſcar, & en allant vers l'équateur. Dans ce trajet de la mer des Indes, le vent de ſud-eſt regne pendant les mois de Mai, Juin, Juillet, Août, Septembre & Octobre; mais depuis le mois de Novembre, ce vent eſt remplacé par celui de nord-oueſt qui ſouffle pendant les ſix mois ſuivans. En Afrique, entre la côte de Zanguebar & l'Iſle de Madagaſcar, il ſouffle un vent de ſud-eſt depuis le mois d'Octobre juſqu'au mois de Mai; & pendant les ſix autres mois, il y regne un vent d'oueſt & même de nord-oueſt, qui, après avoir paſſé l'Iſle de Madagaſcar, ſe change en un vent de ſud-oueſt, qui prend un peu du vent de ſud.

Entre la Chine, Malaca, Sumatra, Bornéo & les Philippines, il ſouffle, depuis Avril

juſqu'en Octobre, un vent de ſud-oueſt qui décline un peu vers le ſud; mais, depuis Octobre juſqu'en Avril, il regne un vent de nord-eſt qui devient nord & nord-oueſt entre les Iſles de Java, Timor, la nouvelle Hollande & la nouvelle Guinée, ce qui dépend des golfes & des courbures que forment les côtes, & peut-être encore de la nature du terrein auquel elles appartiennent.

Dans la mer des Indes, entre les côtes d'Ajana, d'Arabie, de Malabar, & dans le golfe de Bengale juſqu'à l'équateur, il regne, depuis le mois d'Avril juſqu'à celui d'Octobre, un vent violent de ſud-oueſt, accompagné de tempêtes & de groſſes pluies; &, depuis le mois d'Octobre juſqu'au mois d'Avril, il ſouffle un vent de nord-eſt qui amene le beau tems. Lorſque le vent de ſud-eſt regne dans le continent de la côte de Coromandel, depuis le mois de Mars juſqu'au mois d'Octobre, il y produit de la ſéchereſſe; &, lorſque le vent nord-eſt ſouffle, depuis le mois d'Octobre juſqu'au mois de Mars, le tems ne ceſſe d'être pluvieux. On obſerve tout le contraire à Malabar; la ſaiſon des pluies commence au mois d'Avril & finit au mois d'Octobre; la ſéchereſſe y ſuccede alors, & s'y fait remarquer juſqu'au mois d'Avril.

A Ceylan, les vents d'occident commencent à régner vers le milieu du mois de Mars, & durent juſqu'au commencement d'Octobre, que les vents d'eſt-nord-eſt s'emparent de la place. A Madagaſcar, on a des vents d'orient & de midi pendant les mois de Février & de Mars, & des vents de nord & de nord-oueſt, depuis le milieu d'Avril juſqu'à la fin de Mai.

Au Cap de Bonne-Eſpérance, le vent de nord-oueſt amene des tempêtes pendant les mois d'Avril, Mai, Juin, Juillet & Août; le ſud-eſt commence à s'élever entre quatre & ſix heures après-midi; il augmente juſques vers les dix heures du ſoir; il diminue enſuite juſqu'à minuit, tems où il ceſſe de ſouffler & de ſe faire ſentir: cependant on remarque le plus ſouvent que ce vent s'éleve peu de tems après-midi, & qu'il continue de ſouffler juſqu'à trois ou quatre heures après-minuit: vers le matin, il s'éleve un vent modéré de nord-oueſt qui ſouffle dans la rade où les vaiſſeaux viennent ſe ranger pour aborder au Port; mais ce vent ceſſe de ſouffler entre dix heures du matin & midi. On obſerve néanmoins que lorſqu'il pleut ou que le ciel eſt couvert pendant les mois de Janvier & de Février, le vent de ſud-eſt regne avec violence pendant quelques jours; lorſque ce vent ceſſe, il pleut trois

ou quatre jours après, & alors les vents ſont variables.

Il y a des vents qu'on peut regarder comme particuliers à certaines côtes; par exemple, le vent de ſud regne preſque continuellement ſur les côtes du Chili & du Pérou; il commence au 46e. degré ou environ de latitude ſud, & il s'étend au-delà de Panama, ce qui rend le voyage de Lima à Panama beaucoup plus facile & plus court que le retour. Les vents d'oueſt ſont très-fréquens ſur la côte des Terres Magellaniques, aux environs du détroit de *le Maire*. Sur la côte de Malabar, les vents de nord & de nord-oueſt ſont preſque continuels. Le vent de nord-oueſt ſouffle auſſi très-fréquemment ſur la côte de Guinée. Les vents d'occident regnent ſur les côtes du Japon aux mois de Novembre & de Décembre.

Il y a, comme l'on voit, beaucoup de variétés dans les vents mouſſons, puiſque les uns ſont plus ou moins réglés, plus ou moins violents, & que les autres regnent plus ou moins de tems, de même qu'ils s'étendent à différentes diſtances. On peut dire la même choſe des vents *éthéſiens* que les anciens Grecs ont obſervé, & qu'on met au nombre des vents anniverſaires. Ces vents ſont différens dans les diverſes régions; ils regnent en différens tems;

ils n'ont ni la même durée, ni la même direction. Pendant l'été, les vents de nord-oueſt & pendant l'hiver, ceux de ſud-eſt ſe font ſentir en Grèce, dans la Thrace, dans la Macédoine, dans la Mer Egée, & juſqu'en Egypte & en Afrique; & ils rafraîchiſſent ces contrées, qui ſont brûlées par les ardeurs de l'été; néanmoins, dans le même tems, les vents de ſud & de ſud-eſt regnent dans le golfe de Lyon. Ces vents viennent de l'eſt en Eſpagne, & du nord dans la mer Noire, ainſi qu'à l'embouchure du Nil. Les vents éthéſiens s'élevent vers les neuf heures du matin & ceſſent pendant la nuit; les marins les appellent, par cette raiſon, *vents ſommeillans.*

On remarque auſſi des vents éthéſiens dans le Congo, à Guzarate, à l'extrémité de l'Afrique, ainſi que dans la Hollande, où ils ſouffient du nord, & cauſent par fois de grands ravages.

Il y a encore, en pluſieurs endroits, des vents réglés qui viennent des terres pendant la nuit, & de la mer pendant le jour, comme ſur les côtes de la nouvelle Eſpagne, ſur celles de Congo, à la Havane, &c.

Les vents de mer s'élevent vers les neuf heures du matin; ils agitent foiblement la ſurface de la mer, & ſouffient modérément vers

la terre ; mais, dès qu'ils ont gagné terre, ils deviennent ſenſiblement plus forts, & leur force augmente juſqu'à midi ; c'eſt le moment où ils ſoufflent avec plus d'énergie ; ils perſéverent avec la même force juſqu'à trois heures, molliſſent enſuite peu-à-peu juſqu'à cinq ou ſix heures, & ceſſent enfin totalement, pour ne reprendre que le lendemain. Ces vents ſoufflent avec plus de force ſur les éminences des caps que dans les golfes.

Les vents de terre ſuccedent aux vents de mer ; le plus ſouvent ils commencent à ſe faire ſentir vers les ſix heures du ſoir, & ſoufflent pendant toute la nuit juſqu'à ſix, ſept ou huit heures du matin, ſelon la ſaiſon de l'année. Si c'eſt d'une Iſle que parrent ces vents, ils commencent au milieu & ſe répandent tout autour vers la mer, quelquefois à trois milles des côtes & même plus loin ; quelquefois auſſi ils ne quittent pas, pour ainſi dire, le rivage ; mais ils durent d'autant moins qu'ils s'étendent davantage. Les vents de terre, qui regnent dans les golfes & dans les baies, ont plus de force que ceux qui viennent des caps ; &, l'on obſerve que les vents, ſoit de tere, ſoit de mer, ſont moins violens dans les pays qui ſont plus expoſés au vent général.

Il y a des vents de terre qui ſont périodiques, qui reviennent ou dans une certaine ſai-

ſon, ou à de certains jours, ou même à de certaines heures. Par exemple, ſur la côte de Malabar, il regne, depuis le mois de Septembre juſqu'au mois d'Avril, un vent de terre qui vient du côté de l'orient ; ce vent s'éleve ordinairement à minuit & ſouffle juſqu'à midi, & il ceſſe de ſe faire ſentir à douze ou quinze lieues de la côte, &, depuis midi juſqu'à minuit, il regne un vent foible de mer qui vient de l'occident. Sur la côte de Congo, en Afrique, & ſur celle de la nouvelle Eſpagne, en Amérique, on éprouve des vents de terre pendant la nuit, & des vents de mer pendant le jour. A la Jamaïque, les vents ſoufflent de tous les côtés à la fois pendant la nuit, & les vaiſſeaux ne peuvent alors y arriver en ſûreté, ni en ſortir avant le jour.

En hiver le Port de Cochin eſt inabordable, & les vaiſſeaux ne peuvent en ſortir, à cauſe de la violence des vents ; d'ailleurs, le ſouffle impétueux des vents d'occident porte, à l'embouchure du fleuve de Cochin, une ſi prodigieuſe quantité de ſable, que les barques même ne peuvent y entrer pendant ſix mois de l'année ; mais les vents d'orient, qui regnent pendant les ſix autres mois, repouſſent ces ſables, & rendent libre l'entrée du port. A Saint-Domingue, on obſerve deux vents différens, qui ſoufflent régulierement preſque

chaque jour ; l'un, qui eſt un vent de terre, vient de l'occident, & commence à ſouffler vers les ſept heures du ſoir & dure toute la nuit ; l'autre, qui eſt un vent de mer, vient du côté de l'orient & s'éleve vers dix heures du matin. Dans l'Iſle de Minorque, il n'y a point de vent ſenſible le matin & le ſoir pendant l'été ; mais, à midi ou environ, le vent s'éleve vers la partie orientale de cette Iſle ; il ſuit enſuite le cours du ſoleil ; ſa force augmente juſqu'à deux ou trois heures après midi ; &, à compter de ce moment, elle s'affoiblit de plus en plus : la même choſe ſe fait obſerver vers les confins du Languedoc.

Il regne des vents libres depuis les tropiques juſqu'aux pôles ; ces vents n'ont rien de réglé : ils ſoufflent de tous côtés, tantôt avec douceur, tantôt avec impétuoſité ; mais toujours avec moins de force vers leurs bords qu'à leur milieu : ſemblables en cela à des fleuves qui coulent plus rapidement vers le milieu de leur lit que vers les bords. Les vents ſont beaucoup plus irréguliers ſur terre que ſur mer ; plus irréguliers dans les pays élevés que dans les pays de plaines. Les montagnes changent la direction des vents, & en produiſent qui ſont conſtans ou variables ſuivant les différentes cauſes. *Kirker* a obſervé que le mont

Janvier, qui eſt couvert de neige, occaſionnoit un vent de nord à Rome, un vent de midi à ceux qui ſont au-delà de cette montagne, un vent d'orient aux Sabins, un vent d'occident aux Veſtins (1); en ſorte que les vents, qui ſoufflent dans le cours d'une année, ſont très-ſouvent des vents ſinguliers, propres à chaque pays, ainſi que *Pline* l'a reconnu en Italie, & *Gaſſendi* en France; mais en général, les vents de mer, & ceux qui nous viennent d'un grand lac, ſont humides; ceux qui prennent leur origine dans un terrein aride, ſont ſecs; ceux qui viennent des régions froides, ſont froids, & ceux qui viennent des régions chaudes, ſont chauds.

Les vents d'oueſt, qui ſoufflent de la mer d'Allemagne ſur la Hollande, & de l'Océan atlantique en Angleterre, ſont pluvieux & orageux. Le vent du midi, qui eſt également pluvieux, & qui ſouffle ordinairement à Paris, en Bourgogne & en Champagne, au commencement de Novembre, & qui cede à une biſe douce & tempérée, produit le beau tems qu'on appelle vulgairement l'été de la S. Martin. Les vents d'oueſt, qui regnent ſur les montagnes de la Norwege, toujours couvertes de neiges

(1) *Kirkeri*, Mund. ſubterran. lib. IV. pag. 217.

en hiver, portent, dans la Suède & ſur-tout à Upſal, le froid qu'ils contractent en paſſant ſur ces montagnes. Les vents d'oueſt qui arrivent à Rimini, après avoir traverſé l'Italie, ſont ſereins quoiqu'orageux par fois. Le vent d'oueſt eſt pluvieux dans la Judée, lorſqu'il y ſouffle, après avoir régné ſur la Méditerranée & s'être chargé des vapeurs que cette mer exhale; le même vent eſt nébuleux, pluvieux, orageux, à Varſovie en Pologne, parce que, pour s'y rendre, il traverſe la mer Baltique, la Poméranie, des lacs, des marais & d'autres endroits très-humides.

Les vents de nord ſont toujours froids en Hollande, parce qu'ils y arrivent après avoir traverſé les ſommets des montagnes de Norwege qui les refroidiſſent; & l'on obſerve que les arbres qui ſont placés près des bords de la mer d'Allemagne, & qui ſont expoſés à ces vents, ne deviennent pas très-haut, & que leurs ſommets ſe deſſéchent. La même choſe ſe fait remarquer en Angleterre, à Cornouaille. Les vents de nord ſont très-fréquens en Ecoſſe; ils purifient l'air, donnent de la force aux fibres animales; mais la gelée & la neige accompagnent ces vents. Ils ſont fort dangereux & très-froids en Pologne, à cauſe du mont Crapak qui les empêche de paſſer de-là dans

la Hongrie ; ils ſont également froids en Italie ; mais ils y ſont très-ſalubres. Selon *Hippocrate*, le vent de nord-eſt qui regne dans la Grèce, pendant un certain tems de l'année, y excite des toux, y produit des maux de gorge & de poitrine, des douleurs dans les côtes, des tenſions de ventre, des difficultés d'uriner.

A Alep, les vents de nord-eſt & de nord-oueſt ſont très-froids en hiver ; mais, depuis le commencement de Mai juſqu'au mois de Septembre incluſivement, ces vents ſont très-chauds, ſur-tout lorſqu'ils ſoufflent avec force, & ils occaſionnent des mal-aiſes & des difficultés de reſpirer, quand on n'a pas ſoin de s'en garantir. Les vents de nord ſont froids, ſecs & ſalubres, dans l'Iſle de Minorque ; ils diſſipent les brouillards, & procurent la ſérénité.

En Hollande, lorſque les vents d'orient ſuccedent promptement aux vents d'occident, ils ramenent les nuées que ceux-ci avoient emportées, & alors ils ſont pluvieux pendant un ou deux jours, mais enſuite ils deviennent ſecs & ſalubres ; ils regnent dans ces contrées pendant toute l'année, & ſur-tout en hiver. Ces mêmes vents ſoufflent fréquemment à Edimbourg en Ecoſſe, pendant les mois de Mars, Avril, Mai & Juin, ainſi que pendant les

mois d'Octobre, Novembre, Décembre & Janvier, à Nuremberg ; ils ſont froids pendant le printems, dans l'Iſle de Minorque, & chauds pendant l'été.

Le vent de nord, qui ſe rend dans la nouvelle Zemble en paſſant ſur la Mer glaciale, produit, en hiver, ſur les côtes boréales de la Ruſſie, un froid qui feroit périr les hommes & les animaux s'ils n'avoient ſoin de s'en garantir, en ſe cachant dans des antres ſouterrains. Le même vent rend la Sibérie, & les contrées arroſées par l'Oby, ſi froides, qu'à Tobolsk, qui eſt à 57 degrés de latitude, il n'y a point d'arbres fruitiers, tandis qu'en Suède, à Stockolm, & même à de plus grandes latitudes, on a des légumes & des arbres fruitiers ; ce qui vient de ce que la mer Baltique & le golfe de Bothnie adouciſſent un peu la rigueur des vents de nord ; mais en Sibérie, rien ne peut tempérer l'activité du froid que ces vents apportent. Quoique les villes de Canton, de Hyſchen, dans la Chine, ſoient ſituées à l'extrémité de la zone torride, néanmoins on y éprouve un froid piquant, cauſé par les vents de nord qui viennent des montagnes de la Province de Kittay. Les vents de nord ſont froids dans toute l'Europe ; ils le ſont auſſi dans l'Amérique ſeptentrionale,

& le nord-oueſt produit un froid très-vif à la Caroline.

Au-delà de l'équateur, les vents de ſud, qui ſoufflent du pôle auſtral, produiſent un froid aſſez piquant lorſqu'ils ont traverſé certaines contrées glaciales de l'hémiſphère méridional; ainſi qu'on le remarque au Cap de Bonne-Eſpérance. Les mêmes vents ſe font ſentir en hiver, dans le Spitzberg oriental, ſitué vers le 78e. degré de latitude ſeptentrionale; ils n'arrivent, dans cette Iſle, qu'après avoir paſſé ſur toute l'Europe & ſur les terres boréales couvertes de neiges; ce qui fait qu'ils ſont très-froids. Les vents du nord, au contraire, rendent le tems aſſez doux & ne produiſent qu'un froid médiocre, parce qu'ils ne trouvent, ſur leur paſſage, qu'une vaſte mer, & qu'ils ſe chargent plutôt de vapeurs aqueuſes que de neiges. Des Voyageurs ont remarqué la même choſe, ſur des montagnes qui ſéparent la Sibérie de la Ruſſie. Les vents de ſud-eſt ſont froids ſur la côte occidentale du Pérou (1). Le froid que l'on reſſent en certains tems à Paris, par les vents de ſud, vient, à ce qu'il paroît, des montagnes d'Auvergne. Une branche du mont Taurus, en Perſe,

(1) *Ulloa*, Voyage au Pérou, pag. 453.

quoiqu'à

quoiqu'à 30 lieues d'Iſpahan, eſt la cauſe du froid que l'on éprouve dans cette Ville, ainſi que des pluies qui l'arroſent. Le froid, ſur les Andes, eſt ſi vif par certains vents, que des Voyageurs, pour ſauver leur vie pendant ces tempêtes glaciales, ont été obligés d'ouvrir le corps des bêtes de ſomme, & de s'enfermer dans leur ventre encore palpitant. En général, les vents, qui ſouffient dans des régions glacées ou ſur des pays couverts de neiges, ſe refroidiſſent en paſſant, & portent, de contrée en contrée, le froid qu'ils contractent.

Les vents de ſud ſont chauds dans l'hémiſphère ſeptentrional, parce qu'ils viennent de la zône torride; &, s'ils ſont fréquens en hiver, cette ſaiſon eſt alors aſſez douce; lorſqu'ils regnent pendant le printems, ils font fondre promptement les neiges qui couvrent le ſommet des montagnes; enfin, ſi ces mêmes vents ſouffient pendant l'été & pendant l'automne, ils font mûrir les moiſſons, les fruits & les raiſins. Dans le Royaume d'Alger, ſur les bords de la Province Trémeſcen, les vents de ſud produiſent une ſi grande chaleur, que les habitans ſont obligés d'arroſer le parquet de leurs appartemens. Lorſque ces vents regnent en Egypte, pendant l'été, on y éprouve de même une chaleur in-

ſupportable, & s'ils durent pluſieurs jours, ils produiſent des maladies épidémiques, qui ſont ſouvent ſuivies d'une grande mortalité. Le vent qui ſouffle ſur les ſables brûlans du déſert qui eſt auprès de Baſſora, amene, dès le matin, une pouſſiere horrible, qui dérobe la vue du ſoleil, fatigue les yeux, pénetre dans les appartemens les mieux fermés & ne tombe que ſur le ſoir. Il y a auſſi, ſur la Mer rouge & ſur les terres de l'Arabie, *un* vent qui ſuffoque les hommes & les animaux. Sur la côte de Coromandel, à Négapatan, dans la preſqu'Iſle de l'Inde, à Pétapouli & à Mazulipatan, il s'éleve ſouvent, en été, des vents chauds & ſuffoquans ; ils ſont d'autant plus terribles qu'ils ſont plus chauds & durent moins long-tems ; mais les autres vents rafraîchiſſent, d'autant plus que leur viteſſe eſt plus conſidérable. Cette différence vient de la chaleur de l'air : lorſqu'elle eſt moindre que celle qui nous eſt propre, le vent nous rafraîchit, parce qu'il diſſipe cette atmoſphère qui nous enveloppe, & qui eſt dûe à la tranſpiration des diverſes exhalaiſons qui s'échappent de notre corps ; mais, quand la chaleur de l'air ſurpaſſe celle de notre corps, le vent produit le même effet que s'il nous enveloppoit d'une atmoſphère plus chaude que la matiere de no-

tre tranſpiration dont il ſe charge alors, comme dans le premier cas.

Les vents d'eſt, qui arrivent en Hollande, après avoir traverſé des déſerts & des endroits ſablonneux, ſont peu chargés d'exhalaiſons & de vapeurs; auſſi deſſechent-ils promptement tout ce qui eſt humide : mais les vents d'oueſt & de ſud-oueſt, qui n'y parviennent qu'après avoir traverſé la mer & des marais, apportent avec eux des vapeurs qui contribuent à l'accroiſſement des plantes.

En France, on éprouve, par les vents de nord-eſt & de nord-oueſt, un froid piquant & incommode; les uns ſe chargent des vapeurs glaciales qui couvrent en hiver le Groenland, l'Iſlande, & les Iſles ſituées au nord-oueſt de l'Angleterre; les autres nous apportent le froid de la Sibérie, en traverſant les plaines de Ruſſie, la Hongrie, l'Allemagne. Le froid, produit par le vent direct du nord, eſt plus ſupportable dans nos contrées, parce que, pour y arriver, il traverſe la mer, & que l'air de celle-ci, même dans le voiſinage des pôles, eſt plus doux que celui des terres. Les vents de ſud-ſud-oueſt nous apportent, en France, par les terres d'Eſpagne, l'air ſec & brûlant de l'Afrique. Dans notre climat, lorſqu'après un tems froid, le vent du midi vient à ſouf-

ſier, la reſpiration ſe trouve gênée : ſi le même vent regne long-tems, on éprouve bientôt des laſſitudes & des maux de tête. Le vent du nord nous eſt plus ſalutaire, parce que, reſſerrant les pores, il empêche la trop grande tranſpiration, & que la ſéchereſſe donne plus de reſſort à l'air ; mais, lorſqu'il eſt trop conſtant, on ſe trouve affecté de rhumes, de fluxions, & d'autres incommodités, provenant d'un défaut de tranſpiration. Le vent d'oueſt, qui nous vient des mers, donne des pluies longues & abondantes ; il eſt moins pernicieux que le vent du midi, qui diſpoſe tous les fluides à la corruption. Le vent d'eſt eſt le plus favorable pour nous, parce qu'ayant traverſé de grands continens, il rend l'air ſerein & nous procure un degré de chaleur modéré. Il arrive ſouvent que pluſieurs vents différens regnent enſemble dans différentes couches de l'atmoſphère, & qu'ils donnent, à l'air, une température mixte & indéciſe. Ce fluide éprouve encore des modifications accidentelles & locales, qui dépendent de la maniere dont les montagnes réfléchiſſent les rayons du ſoleil, de la nature du ſol, des exhalaiſons qui s'en échappent, des neiges qui couvrent les montagnes ſur leſquelles le vent paſſe : voilà pourquoi les vents

directs de nord & de ſud ne ſont pas ceux qui produiſent, en France, les plus grandes variations de froid & de chaud. En 1709, il gela à Paris auſſi fortement par le vent du ſud, qu'ailleurs par le vent du nord.

Tous les continens ſont ſujets à des vents variables qui produiſent ſouvent des effets ſinguliers. Dans le royaume de Cachemire, qui eſt environné des montagnes du Caucaſe, on éprouve, ſur la montagne Pire-Penjale, des changemens ſubits; on paſſe, pour ainſi dire, de l'été à l'hiver en moins d'une heure; il y regne deux vents directement oppoſés, l'un de nord & l'autre de ſud, que, ſelon *Bernier*, on ſent ſucceſſivement en moins de deux cents pas de diſtance. Dans la preſqu'Iſle de l'Inde, qui eſt traverſée par les montagnes de Ballagate, dans la direction du nord au ſud, on a l'été d'un côté de ces montagnes, & l'hiver de l'autre côté dans le même tems; de maniere que ſur la côte de Coromandel, l'air eſt ſerein, & très-chaud, tandis que ſur celle de Malabar, quoique ſous la même latitude, les pluies & les orages rendent l'air auſſi froid qu'il peut l'être dans ces climats; &, au contraire, lorſqu'on a l'été à Malabar, on a l'hiver ſur la côte de Coromandel. Cette même différence ſe fait obſerver des deux côtés de

cap de Rofalgate en Arabie; dans la partie de la mer qui eſt au nord du Cap, les vaiſſeaux ſont tranquillement ſur leurs ancres ou font route ſans danger, tandis que dans la partie qui eſt au ſud juſqu'aux côtes les plus reculées de l'Arabie heureuſe, ils n'oſent tenir la mer, dans la crainte continuelle des tempêtes qui y ſont très-violentes. A Tucotorin, qui eſt aſſez près du cap de Comorin, à l'eſt & même au ſud de ce cap, on jouit du plus beau tems; cependant à Coilan & dans les autres parties de cette côte, on éprouve ce que l'hiver a de plus affreux, à l'exception des gelées. Dans l'Iſle de Céilan, l'hiver attaque, au mois d'Octobre, la partie ſeptentrionale; &, dans le même tems, on jouit de tous les charmes de l'été dans la partie méridionale; &, lorſque celle-ci eſt plongée dans un air ſombre, pluvieux & orageux, la partie ſeptentrionale, à ſon tour, jouit des douceurs de l'été. A Céram, qui eſt une Iſle fort longue dans le voiſinage d'Amboine, il fait un très-beau tems d'été dans la partie méridionale de l'Iſle, tandis que l'hiver fait ſentir ſes rigueurs dans la partie ſeptentrionale; &, l'intervalle qui ſépare ces deux ſaiſons, eſt au plus de quatre lieues. On prétend que la même choſe arrive à la Jamaïque, qui eſt ſéparée, dans ſon mi-

lieu, par une chaîne de montagnes, dont la direction eſt de l'eſt à l'oueſt; en ſorte qu'on a l'hiver au nord de ces montagnes, & l'été en même tems dans leur partie méridionale. Dans la Penſilvanie, le froid eſt conſtamment modéré, quelquefois pourtant il eſt aſſez vif pour faire geler, en une ſeule nuit, les plus grandes rivières; cette révolution ſubite eſt occaſionée par le vent de nord-oueſt qui ſouffle des montagnes du Canada. Le même vent regne pendant neuf mois dans la baie d'Hudſon; &, comme il n'y arrive qu'après avoir traverſé des contrées très-froides, il fait éprouver, ſur-tout pendant l'hiver, un froid rigoureux: en effet, le vin & les liqueurs ordinaires y gêlent.

Sur la mer, les vents éprouvent moins de variations que ſur la terre, parce que, ſur la mer, rien ne s'oppoſe à leur direction; au contraire, les montagnes, les forêts, les Villes, & les autres inégalités qui ſe rencontrent ſur la ſurface de la terre, obligent les vents à changer de direction, & ſouvent même elles en produiſent de contraires aux premiers. Ces vents, réfléchis par les montagnes, ſont eux-mêmes fort irréguliers, parce que leur direction dépend de la ſituation, de la hauteur & du contour des montagnes qui les réfléchiſſent.

Les vents de mer ſoufflent avec plus de force & plus de continuité que les vents de terre, dans leſquels on obſerve, malgré leur violence, des momens de rémiſſion & quelquefois des inſtant de repos ; cette différence peut dépendre des divers obſtacles que le vent trouve ſur la terre.

En général, ſur la mer, les vents d'orient & ceux qui ſoufflent des pôles, ſont plus forts que les vents d'occident & que ceux qui viennent de l'équateur ; dans les terres, au contraire, les vents d'oueſt & de ſud ſont plus ou moins violents que les vents d'eſt & de nord, ſuivant la poſition des climats. Les vents qui regnent pendant le printems & l'automne, ſont plus violents que ceux qui ſoufflent en été & en hiver ; & ce phénomène a lieu ſur la mer comme ſur la terre. On peut, dit M. *de Buffon*, en donner pluſieurs raiſons ; premiérement le printems & l'automne ſont les ſaiſons des plus grandes marées, & par conſéquent les vents que ces marées produiſent, ſont plus violens dans ces deux ſaiſons. 2°. Le mouvement que l'action du ſoleil & de la lune produit dans l'air, c'eſt-à-dire le flux & le reflux de l'atmoſphère, eſt auſſi plus grand dans la ſaiſon des équinoxes. 3°. La fonte des neiges au printems, & la réſolution

des vapeurs que le ſoleil a élevées pendant l'été & qui retombent en pluïes abondantes pendant l'automne, produiſent, ou du moins augmentent les vents. 4°. Enfin, le paſſage du chaud au froid, ou du froid au chaud, ne peut ſe faire ſans augmenter & diminuer conſidérablement le volume de l'air, ce qui ſeul doit produire de très-grands vents.

On remarque ſouvent, dans l'air, des courans dont les directions ſont oppoſées; on voit des nuages qui ſe meuvent dans un ſens; & d'autres nuages plus élevés ou plus bas, qui ont un mouvement contraire. Cette contrariété, qui ne dure pas long-tems, eſt communément produite par la réſiſtance de quelques nuages à l'action du vent, & par la répulſion du vent direct qui regne ſeul dès que l'obſtacle eſt diſſipé.

Les vents particuliers, ſoit directs, ſoit réfléchis, ont plus de force que les vents généraux; en ſorte que les vents, qui ſouffient par bouffées & par accès, cauſent beaucoup plus de déſaſtre que ceux qui ſouffient uniformément; mais, de quelqu'eſpèce que ſoit le vent, ſa force dépend non-ſeulement de ſa viteſſe, mais encore de la denſité de l'air, laquelle eſt très-variable, comme nous l'avons obſervé précédemment.

Les vents ſont plus violens dans les lieux élevés, où l'air peut ſe mouvoir librement, que dans les lieux bas, où le même fluide éprouve des réſiſtances continuelles, provenant des éminences, des édifices, des arbres, & de tous les corps qui ſont ſitués à la ſurface de la terre : néanmoins, au-delà d'une certaine hauteur, le ciel eſt ordinairement ſerein, au moins pendant l'été, & les vents diminuent. Anciennement, on étoit dans l'opinion que le vent ne régnoit point ſur le ſommet du mont Atlas, parce qu'on avoit cru remarquer que des cendres volcaniques y reſtoient pendant toute l'année ; cependant, les ſavans Géomètres, qui ont fait des obſervations ſur les plus hautes montagnes du Pérou, atteſtent que des vents violens y ont plus d'une fois renverſé leurs tentes.

D'ailleurs, la plupart des montagnes, & même les plus élevées, ayant leur ſommet couvert de neiges & de glaces, il eſt naturel de penſer que cette région de l'air eſt agitée par les vents, lors de la chute de ces neiges : ainſi ce ne peut être que pendant l'été que les vents ne s'y font pas ſentir. Ne pourroit-on pas dire qu'en été les vapeurs légeres, qui s'élevent de ces montagnes, retombent en roſée, aulieu qu'en hiver elles ſe gèlent &

retombent en neige ou en grêle? ce qui peut produire, en hiver, des vents au-deſſus de ces montagnes, quoiqu'il n'y en ait point en été.

Un courant d'air augmente de vîteſſe comme un courant d'eau, lorſque l'eſpace de ſon paſſage ſe rétrécit; le même vent, qui ne ſe fait ſentir que modérément dans une plaine découverte, ſouffle avec force, en paſſant par une gorge de montagnes : c'eſt ainſi que les vents de nord & de ſud deviennent quelquefois fort impétueux, lorſqu'ils ſoufflent dans les andes du Pérou, qui s'étendent du nord au midi. C'eſt pourquoi les détroits qui ſe trouvent entre deux promontoires élevés, comme le détroit de Magellan, le détroit de Gibraltar, celui de Waygats, ſont ſujets à des vents violens. De même, auprès d'une Egliſe ou d'une tour, le vent ſemble être plus violent qu'à une certaine diſtance de ces édifices; l'air étant comprimé par la réſiſtance de ces obſtacles, a plus de maſſe, plus de denſité; & la même vîteſſe ſubſiſtant, l'effort ou le coup de vent, ſoit direct, ſoit réfléchi, en devient beaucoup plus fort.

Quand deux vents oppoſés, & d'une force à peu-près égale, ſe rencontrent dans un point de l'atmoſphère où l'un eſt obligé de céder à

l'autre, le vent le plus fort fait prendre un mouvement circulaire à la partie de l'air ſur laquelle il agit ; de-là ces ouragans qui parcourent ſucceſſivement une grande étendue de pays avant de s'anéantir : leurs momens les plus forts ſont ceux où ils commencent & où ils finiſſent ; néanmoins ces ouragans, qui ſuivent l'impreſſion du vent principal, ne ſont pas auſſi dangereux, ſur-tout pour les Navigateurs, que ceux qui ſont produits par des vents qui ſoufflent en même tems de tous les points de l'horizon.

Lorſque ces vents contraires arrivent enſemble dans le même endroit, il réſulte, de la contrariété de leurs mouvemens, des tourbillons & des tournoiemens auxquels les vaiſſeaux ne peuvent réſiſter ; mais, ſi quelques-uns de ces vents trouvent en oppoſition d'autres vents qui contre-balancent de loin leur action, ils tourneront autour d'un grand eſpace dans lequel régnera une tranquillité profonde, & c'eſt ce qui forme ces calmes qu'on trouve ſouvent en mer, & dont il eſt parfois difficile de ſortir ; il y a néanmoins apparence que la ſeule contrariété des vents ne pourroit pas produire cet effet ſans la forme des côtes & la figure des inégalités du fond de la mer ; mais que les courans aériens,

étant dirigés par les unes & les autres, ils viennent aboutir dans ces endroits, où, par leurs directions oppoſées & contraires, ils produiſent alternativement des tempêtes & des calmes. On rencontre ſouvent ces vents orageux ſur la côte d'Afrique, entre le 4e. & le 8e. degré de latitude ſeptentrionale; ils ſoufflent de tous les points de l'horizon, tantôt ſans interruption, tantôt par bouffées, avec des intervalles de calme entre chaque bouffée; ils ſont ſi irréguliers, qu'il arrive quelquefois que quatre ou cinq vaiſſeaux, voguant de compagnie & près les uns des autres, ont chacun leur vent particulier différent des autres.

Il y a des ouragans qui ne ſont que locaux; ils doivent, à ce qu'il paroît, leur origine à une grande raréfaction des vapeurs & des exhalaiſons répandues dans l'air, leſquelles, venant à rencontrer un air plus denſe ou des montagnes qui les forcent à ſe replier ſur elles-mêmes, ſont déterminées par-là à ſe mouvoir circulairement ou en tourbillon.

Le Cap de Bonne-Eſpérance eſt fameux par ſes tempêtes & par le nuage ſingulier qui les produit; ce nuage, que ſa figure a fait nommer *œil de bœuf*, eſt oppoſé au ſoleil, & éloigné de cet aſtre d'environ 80 à 90 degrés; il ne paroît d'abord que comme une petite

tache ronde, ayant les mêmes couleurs que celles de l'arc-en-ciel, mais plus vives : du reſte, il eſt environné de nuées épaiſſes & obſcures. Les premiers Navigateurs qui ont approché de ce Cap ne connoiſſoient pas les funeſtes effets de ces nuages, qui paroiſſent ſe former lentement & ſans aucun mouvement ſenſible dans l'air, & qui, tout-à-coup, produiſent la tempête & cauſent un violent orage qui peut ſubmerger les vaiſſeaux, ſur-tout ſi les voiles ſont déployées. Pluſieurs Voyageurs ont parlé de ce nuage qu'on voit au Cap de Bonne-Eſpérance, ſur les montagnes de la Table, ou du Diable, ou du Vent; mais *Kolbe* paroît être celui qui l'a examiné avec le plus d'attention; on peut voir ce qu'il en dit, tom. I, pag. 224 & ſuiv.

Dans la terre de Natal, il ſe forme auſſi un petit nuage ſemblable au précédent; &, de ce nuage, il ſort un vent furieux qui produit les mêmes effets. Ces eſpeces de tempêtes ſont fréquentes dans la mer qui eſt entre l'Amérique & l'Afrique, ſur-tout vers l'équateur. Proche la côte de Guinée, on éprouve quelquefois trois ou quatre de ces orages en un ſeul jour; ils ſont cauſés & annoncés par de petites nuées noires; le reſte du ciel eſt ordinairement ſerein & la mer calme; le premier

coup de vent qui ſort de ces nuages eſt ſi violent qu'il précipiteroit les navires dans le fond de la mer, ſi l'on n'avoit pas l'attention de plier les voiles. La ſaiſon de ces tempêtes, ſur la mer de Guinée, eſt principalement celle des mois d'Avril, Mai & Juin, parce qu'aucun vent réglé n'y regne pendant ce tems-là; & plus bas, en deſcendant à Loango, ſur la mer qui baigne les côtes de ce Royaume, on éprouve de ſemblables orages pendant les mois de Janvier, Février, Mars & Avril. Au cap de Guardafu, de l'autre côté de l'Afrique, il s'éleve de ces eſpeces de tempêtes au mois de Mai, & les nuages d'où ſortent les vents qui les produiſent, ſont ordinairement au nord, ainſi que ceux du Cap de Bonne-Eſpérance.

Il y a des mers qui ſont plus ſujettes que d'autres aux orages & aux tempêtes; l'Océan atlantique, par exemple, eſt plus orageux que le grand Océan, qu'on appelle *Mer pacifique*, à cauſe de ſa grande tranquillité, qui eſt remarquable entre les tropiques & juſqu'au quart environ des zones tempérées; on éprouve ſouvent des tempêtes ſur la Mer noire, dans l'Archipel de Grèce, entre les côtes du Tonquin, de la Chine & du Japon; les vents qui les produiſent ſoufflent en même tems de tous les côtés; ils ſortent des nuages en différentes

directions qui ſe croiſent, rien ne peut leur réſiſter ; &, ſi l'on en croit quelques Voyageurs, des vaiſſeaux Chinois, battus par ces vents, ſur la mer de la Chine, ont été emportés juſqu'à un quart de mille dans les terres. Les tempêtes ne ſont pas moins à craindre dans les Mers auſtrales ; *Schouten* en fit la triſte expérience entre le 34e. & le 40e. degré de latitude ſud : toutes les voiles qui ſe trouverent déployées furent auſſi-tôt miſes en pieces, & ſon vaiſſeau éprouva de violentes ſecouſſes. Son équipage, qui avoit beaucoup ſouffert pendant la tempête, fut de plus attaqué d'une eſpece de contagion qui emporta plus de quarante hommes dans l'eſpace de deux jours ; ils entroient dans des tranſports qui reſſembloient beaucoup à ceux de la rage ; ils avoient tous les ſymptômes de la peſte : la fureur qui s'emparoit d'une partie des malades, les portoit juſqu'à vouloir ſe tuer eux-mêmes, d'autres ſe jetoient à la mer lorſqu'ils pouvoient s'échapper.

Quelquefois, après de grandes ſéchereſſes, il s'éleve, ſur la terre, des vents contraires, qui impriment à l'air un mouvement de tourbillon très-violent ; ce tourbillon dévaſte les campagnes, arrache les arbres, renverſe les bâtimens ruſtiques & endommage auſſi les édifices les plus

plus ſolides. La plupart de ces vents paroiſſent avoir une direction oblique de haut en bas, & ne ſont ordinairement qu'une agitation de l'air comprimé entre deux nuages, & qui s'en échappe par ſa force expanſive.

L'Abiſſinie eſt ſujette à un vent terrible, qu'on appelle *ſerpent*, parce que le tourbillon qui l'excite a la forme d'un reptile; c'eſt un ouragan qui renverſe les chênes, les maiſons, les rochers, qui briſe les mâts des vaiſſeaux, & les enleve, dit-on, dans les airs avec une prodigieuſe impétuoſité.

Les nouvelles de Stockolm, du mois de Novembre 1775, font mention d'un ouragan qui s'eſt fait ſentir du côté de Weneſberg, dans la longueur d'un demi-mille, ſur une largeur peu conſidérable. On l'a vu, dans ſon cours rapide, enlever les eaux d'un ruiſſeau & les lancer enſuite en torrens de glaces. Les arbres d'un bois touffu furent courbés & redreſſés au même moment; les toits de pluſieurs maiſons furent emportés; des chariots & des animaux furent jetés à plus de cent pas de diſtance: & ces ravages furent l'ouvrage de quelques minutes.

Bellarmin, dans ſon Ouvrage *de Aſcenſu mentis in deum*, dit avoir vu une foſſe énorme creuſée par le vent, & toute la terre de cette

ſoſſe emportée ſur un Village ; en ſorte que l'endroit d'où la terre avoit été enlevée, paroiſſoit un trou épouvantable, & que le Village fut entiérement enfoui ſous cette terre tranſportée. On peut voir, dans l'Hiſtoire de l'Académie royale des Sciences & dans les Tranſactions philoſophiques, les détails des effets prodigieux de pluſieurs ouragans éprouvés ſur terre, où ces phénomènes ſont plus fréquens que ſur la mer.

Il y a des vents qui prennent naiſſance dans les entrailles de la terre, qui ſortent du ſein de certains antres ou de certaines grottes ; ce phénomène eſt remarquable en Angleterre, en Suiſſe, dans le royaume de Naples, en Allemagne, en Pologne auprès de Cracovie, & dans pluſieurs autres lieux, où l'on trouve des cavernes & des ſouterrains de différente grandeur, dont la bouche exhale, ou perſévéremment ou très-fréquemment, un ſouffle plus ou moins ſenſible, plus ou moins violent. Les montagnes du Tibet, vers les ſources du Gange, ont pluſieurs crevaſſes, d'où ſortent des vents impétueux, accompagnés de bruits horribles. Dans les terres les plus ſeptentrionales, il y a quelques montagnes au pied deſquelles ſe trouvent des antres, d'où il ſort des vents ſi violens, que, ſi l'on

en croit *Olaus Magnus*, ils ſuffoquent ceux qui s'en approchent inconſidérément, ou ils leur cauſent une douleur de tête & un étonnement qui leur dure pluſieurs jours. On trouve, en Italie, une montagne, dont les crevaſſes donnent iſſue à des vents ſi forts, que les habitans de la Ville de Céſi, qui eſt bâtie ſur la croupe de cette montagne, ont imaginé de pratiquer des canaux à vents, qui ſervent, dans les appartemens & dans les celliers, à rafraîchir l'eau, le vin & les fruits de toute eſpéce : dans les maiſons principales, les Ventilateurs ſont faits avec beaucoup d'art & garnis de piſtons, de maniere qu'on ne laiſſe pénétrer que la quantité d'air que l'on déſire. Ces vents ne ſoufflent qu'en été, depuis huit heures du matin juſqu'à quatre heures du ſoir ; ils ceſſent enſuite peu-à-peu, en ſorte que, pendant la nuit, leur exiſtence n'eſt pas ſenſible ; leur force eſt proportionnée à celle de la chaleur ; &, bien loin d'être dangereux, ils contribuent évidemment à la ſanté & à la longue vie de ceux qui ſont à portée de reſſentir leur influence. Ces vents ſouterrains ne paroiſſent pas devoir leur origine à l'air que le froid de la nuit condenſe dans l'intérieur de la montagne de Céſi, & que la chaleur du jour raréfie & fait ſortir par les fentes & les ou-

vertures de la même montagne. On obſerve, au contraire que, pendant l'hiver, l'air extérieur ſe porte par les orifices des canaux à vent, & ſe dirige du côté de la montagne d'où les vents ſouffient en été; ſans doute, parce qu'en hiver, l'air extérieur, plus denſe que celui de la montagne, parvient à vaincre la réſiſtance que ce dernier lui oppoſe.

Les vents ſouterrains ſe font ſentir quelquefois à travers les eaux répandues ſur la ſurface du globe. On voit pluſieurs plages maritimes, dans un tems calme, s'enfler prodigieuſement par le moyen de ces vents, qui excitent alors de furieuſes tempêtes. Les Mariniers Hollandois & quantité d'autres aſſurent qu'il en arrive ainſi entre Malaca & le Japon, ce qui rend la navigation fort dangereuſe dans cette région. On prétend que le même phénomène ſe fait remarquer dans le lac Legnio, le lac Vetter, ainſi que dans celui de Genève. On voit, dit-on, en Bohême, dans les campagnes de Boleſlas, un lac où il y a des trous dont on n'a pu trouver la profondeur; il en ſort des vents violens qui parcourent toute la Bohême, & qui, pendant l'hiver, élevent ſouvent en l'air des morceaux de glace peſant plus de 100 livres.

On trouve, en Canada, le lac ſupérieur

qui eſt ſujet à une tempête bien ſingulière ; elle eſt annoncée, deux jours d'avance, par un frémiſſement qu'on apperçoit ſenſiblement ſur la ſurface de l'eau & qui dure tout le jour, ſans une augmentation apparente ; le lendemain, d'aſſez groſſes vagues couvrent le lac ; & le troiſiéme jour, l'agitation des flots devient furieuſe : le vent du nord, qui ſouffle alors avec violence, briſe ces flots & rend la navigation très-périlleuſe.

Des vents dangereux & ſouvent mortels ſouffient quelquefois en été dans l'Arabie Pétrée & dans l'Irac-Arabi, le long du golfe Perſique. Les Voyageurs nous apprennent à quels ſignes on reconnoît ces vents, & comment il eſt poſſible de ſe garantir de leurs terribles effets. Après une nuit fraîche, lorſque le ſoleil s'eſt levé avec les apparences du plus beau jour il arrive que le ſpectacle de la Nature change, tout d'un coup ; l'air s'agite & le ciel paroît tout en feu ; c'eſt un ſigne certain que le vent funeſte, auquel les habitans donnent le nom de *ſamyel*, eſt au moment d'agir. Alors les Voyageurs ſe couchent promptement la face contre la pouſſiere, tenant à la main la bride de leurs chevaux, qui, par un inſtinct naturel, baiſſent la tête entre leurs jambes juſqu'à terre ; un moment après, un ſifflement, ſemblable au

bruit d'un feu qui pétille, ſe fait entendre; il eſt ſuivi d'un vent d'eſt qui dure environ un quart-d'heure, après quoi l'air ſe calme & le ciel reprend ſa premiere ſérénité. Ce vent ſingulier tue ſur le champ ceux qui ſont expoſés à ſon action, qu'on ne peut mieux comparer qu'à celle d'un tourbillon d'exhalaiſons enflammées. Ce vent funeſte ne regne que depuis le 15 de Juin juſqu'au 15 d'Août, & s'annonce toujours de la même maniere. Les membres des hommes & des animaux qu'il ſuffoque, ſe détachent, dit-on, au moment qu'on les touche; ce qui fait croire que ce vent peſtilentiel produit une gangrene ſubite dans ceux auxquels il donne la mort.

Un vent chargé de brouillards très-épais & cependant très-ſec, fort incommode & très-ſalubre en même-tems, eſt un de ces phénomènes fait pour mériter l'attention des Phyſiciens & piquer la curioſité de tout le monde. Ce vent, ſi extraordinaire, eſt particulier à la côte de Guinée. Les Fautis, habitans de la côte d'Or, l'appellent *harmatan*; il commence à ſouffler entre l'eſt & le nord-eſt, vers la fin de Décembre & les premiers jours de Février, ſans que jamais il arrive plus tôt ni plus tard. Sa durée ordinaire eſt de deux ou trois jours; il ſe fait ſentir quelquefois pendant

cinq ou ſix, & rarement on le voit régner une quinzaine entiere ; ſa force eſt modérée, & il revient communément à trois ou quatre repriſes chaque année.

L'harmatan eſt toujours accompagné d'un brouillard épais, qui empêche qu'on ne diſtingue les objets les plus proches. Le ſoleil, qui demeure caché la plus grande partie du jour, ne perce que pendant quelques heures de l'après-midi ; il eſt alors d'un rouge pâle, & l'on peut en ſoutenir la vue ſans en être incommodé ; cependant ce vent eſt d'une ſéchereſſe extrême. Auſſi long-tems qu'il regne, il n'y a pas la moindre apparence d'humidité dans l'atmoſphère ; les végétaux de toute eſpece ſouffrent beaucoup ; toutes les plantes délicates, & la plupart de celles qu'on cultive dans les jardins, périſſent ; le gazon devient auſſi ſec que du chaume ; les arbres, qui conſervent leur verdure toute l'année, ſe reſſentent auſſi de la pernicieuſe influence de l'harmatan. Les citronniers, les limonniers & les orangers languiſſent ; leurs feuilles ſont flétries, pendantes, & à la fin tellement deſſéchées, quand le vent continue dix ou douze jours, qu'elles ſe réduiſent en pouſſiere entre les doigts ; &, le fruit de ces arbres prend une fauſſe apparence de maturité, avant qu'il

ait acquis la moitié de ſa groſſeur ordinaire. Les Naturels du pays profitent de cette grande ſéchereſſe pour mettre le feu à l'herbe haute & aux brouſſailles qui couvrent le campagne; la flamme vole ſi rapidement, que les Voyageurs, qui ſe trouvent ſous le vent, courent le plus grand danger; le ſeul parti qu'ils aient à prendre, & qu'ils prennent en effet, c'eſt de mettre eux-mêmes le feu aux végétaux deſſéchés qui ſe trouvent ſous leurs pas, & de ſuivre la trace de ce nouvel embraſement.

Ce ne ſont pas-là les ſeuls effets de cette ſéchereſſe extraordinaire. Des livres, mêlés parmi des hardes, dans une malle bien fermée, ſe ſont trouvés avoir les couvertures deſſéchées, comme s'ils avoient été tenus près du feu. Les panneaux des portes & des boiſeries éclatent; les placages tombent en piéces; des parquets de bois ſec, bien aſſemblés, s'écartent & reſtent dans cet état auſſi longtems que l'harmatan eſt dans ſa force; lorſque ce vent ceſſe, ils ſe rejoignent comme auparavant. Les joints des ponts & du bordage des navires, s'ouvrent au point de donner entrée à des voies d'eau, quoique les planches aient juſqu'à trois pouces d'épaiſſeur; on eſt obligé de rebattre fréquemment les tonneaux cerclés en fer; & quant aux barriques de rum ou d'eau-de-vie,

il faut les tenir ſans ceſſe mouillées, autrement les cercles de bois s'en ſépareroient.

Ce prodigieux deſſéchement ne ſe manifeſte pas moins ſur les parties du corps expoſées à l'air. Les yeux, les narines, les levres & le palais, en ſont fort incommodés; on éprouve à tous momens le beſoin de boire, le nez devient douloureux, les levres ſe gercent; &, quoique la chaleur de l'air ſoit aſſez vive, on éprouve, ſur toute la peau, la ſenſation d'un froid aſſez piquant; l'épiderme s'exfolie ſur les mains & ſur le viſage, & quelquefois ſur toutes les autres parties du corps.

Qui croiroit maintenant qu'un vent ſi meurtrier pour les végétaux, ſi incommode pour les corps animés, eſt extrêmement favorable à la ſanté? Cependant, quand il commence à régner, les dyſſenteries & les fiévres intermittentes ceſſent pour l'ordinaire; les malades, qui ſont dans un épuiſement déſeſpéré, guériſſent & recouvrent leurs forces; les épidémies s'arrêtent; & ceux qui ſe trouvent atteints de la petite vérole, ſont preſque aſſurés d'un prompt rétabliſſement; l'inoculation devient même alors difficile à pratiquer. En un mot, l'harmatan eſt le meilleur Médecin que puiſſent avoir les habitans de la contrée ſur laquelle il exerce ſon empire.

Nous devons ces détails à M. *Mathieu d'Obſon*, de la Société royale de Londres, qui les tient de M. *Norris*, Obſervateur très-éclairé, qui a ſouvent viſité les côtes d'Afrique. Son Mémoire ſur l'harmatan a été traduit de l'anglois, par M. *Guyot*, de l'Académie de Bordeaux.

Les vents enlevent, dans certains pays, des nuages de ſable, capables de couvrir des armées entieres, comme il arriva à celle que *Cambyſe* avoit un jour envoyée vers un endroit conſacré à *Jupiter-Ammon*. Il s'éleve ſouvent ſur la mer rouge, en été, & ſur les terres de l'Arabie & de l'Ethiopie, des vents qui tranſportent une ſi grande quantité de ſable, que bien des gens prétendent que cette mer ſe trouvera comblée avec le tems, par l'entaſſement ſucceſſif des ſables qui y tombent. Les Voyageurs, qui traverſent les plaines brûlantes & ſablonneuſes de l'Afrique, ſont ſouvent expoſés à périr ſous des montagnes mouvantes, qu'un tourbillon de vent éleve & détruit tout-à-coup. A la Vera-Cruz, en Amérique, lorſque le vent du nord ſouffle, les maiſons de la Ville ſont preſque enterrées ſous le ſable que ce vent y tranſporte. Dans la Scanie, lorſque les ſables ſont en priſe à des vents violens, ils paroiſſent ſous la forme d'une mer ſablonneuſe

en courroux, ce qui ſouvent égare les Voyageurs, qui ne peuvent découvrir le chemin qu'ils doivent tenir. Il y a, en Baſſe-Bretagne, auprès de Saint-Pol-de-Léon, & très-proche de la mer, une contrée qui étoit habitée avant l'an 1666, & qui eſt maintenant couverte d'environ 20 pieds de ſable. Dans le pays ſubmergé, on apperçoit encore quelques flèches de clochers, & quelques cheminées qui percent cette mer de ſable; l'endroit qui fournit tout ce ſable, eſt une plage qui s'étend depuis Saint-Pol juſques vers Plouescat; & la diſpoſition des lieux eſt telle qu'il n'y a que les vents d'eſt & de nord-eſt qui puiſſent tranſporter ce ſable dans les terres.

L'hiſtoire particuliere des vents, conſidérée relativement à leur regne & à leur action en chaque contrée iſolée, ſeroit ſuſceptible de détails infinis; car elle eſt aſſez paſſablement connue par les obſervations de pluſieurs Phyſiciens qui ont voyagé ou qui ſe ſont appliqués dans leur pays, pendant nombre d'années, à la conſidération de ces météores aériens. Ceux de nos Lecteurs que ces détails pourroient intéreſſer, voudront bien conſulter le Cours de Phyſique-Mathématique de *Muſchenbroek*, ainſi que la carte de la variation de la bouſſole & du vent, dreſſée en 1765,

par M. *Bellin*, Ingénieur de la Marine ; c'eſt dans l'ouvrage du célebre Phyſicien Hollandois que nous avons puiſé la plupart des obſervations qui ont trait à l'hiſtoire des vents.

On ſait en général que les vents viennent immédiatement d'un défaut d'équilibre dans l'air, parce que toutes les fois que certaines portions de l'atmoſphère deviennent plus chargées, plus denſes, plus élevées ou plus preſſées que les autres, étant alors plus peſantes, elles doivent s'échapper, s'écouler par où il y a moins de réſiſtance, & pouſſer devant elles les autres parties qui ſont plus foibles. Mais, d'où vient ce défaut d'équilibre ? qu'eſt-ce qui peut occaſioner les premiers mouvemens dans l'atmoſphère ? On n'a ſur cela que des conjectures probables.

Les Phyſiciens, qui ſe ſont attachés à l'étude des vents, leur aſſignent pluſieurs cauſes différentes ; celles qui ſe préſentent le plus naturellement à l'eſprit ſont :

1°. L'action du ſoleil. Il eſt évident que l'air étant un fluide ſuſceptible d'être raréfié par le chaud & condenſé par le froid, il ne peut manquer de ſe dilater dans l'endroit où il eſt le plus expoſé à la chaleur du ſoleil, & de ſe condenſer, au contraire, dans l'endroit où il éprouve la moindre chaleur ; &

par conſéquent l'action du ſoleil doit exciter dans l'air des mouvemens & des courans vers différens côtés, ſuivant les différents points de l'atmoſphère, que les mouvemens annuel & diurne de la terre expoſent ſucceſſivement à ſes rayons.

2°. La direction des côtes & des chaînes de montagnes, & les ouvertures de leurs gorges ; les vagues de la mer & des fleuves ; le flux & reflux de l'Océan qui entraînent l'air & le pouſſent en avant ; les fleuves qui roulent leurs eaux avec impétuoſité & qui produiſent des vagues, doivent contribuer beaucoup à la formation des vents. Ce qu'il y a de certain, c'eſt qu'on ſent très-ſouvent un vent frais ſur les bords des rivieres, de même que ſur les rivages de la mer.

3°. Les vapeurs & les exhalaiſons qui s'élevent de la terre & des eaux, peuvent, par leur mouvement d'aſcenſion, ainſi que par leur raréfaction, agiter l'air qui les reçoit & conſéquemment produire du vent. *Verulam*, ayant ouvert les fenêtres d'une tour ronde, au milieu de laquelle il plaça un chaudron plein d'eau chaude, ſuſpendit au plancher, à des fils, des petites plumes qui furent pouſſées en dehors par les vapeurs qui montoient, ce qui démontre que les vapeurs qui s'élevent de la mer

& des lacs, peuvent produire des vents plus ou moins violens.

4°. On peut mettre, au nombre des cauſes qui font naître ou qui augmentent le vent, l'abaiſſement des nuages, leur jonction & les groſſes pluies. En effet une nuée eſt ſouvent prête à fondre par un tems calme, lorſqu'il s'éleve tout-à-coup un vent très-impétueux; la nuée preſſe l'air qui ſe trouve entr'elle & la terre, & l'oblige à refluer promptement: de même, lorſque les nuages interceptent les rayons du ſoleil, l'air qui ſe trouve au-deſſus & à côté de ces nuages, étant plus échauffé, plus raréfié ou plus dilaté que n'eſt celui qui ſe trouve au-deſſous, doit ſe porter avec impétuoſité vers cet air inférieur & produire du vent; mais, pendant la nuit, la maſſe d'air qui répond à un nuage & qui eſt plus denſe, venant à ſe porter dans l'air qui l'avoiſine & qui eſt plus rare, il en réſulte un vent contraire à celui qui s'eſt fait ſentir pendant le jour.

5°. La fonte des neiges & des glaces peut auſſi produire des vents, ainſi qu'*Hippocrate* l'a obſervé, & que *Mariotte* & *Hoffman* l'ont confirmé depuis. Ce dernier Obſervateur a remarqué que les fontes de neiges, qui ont lieu en Avril & en Mai, ſur les montagnes de

la Moravie, de la Bohême & de la Miſnie, donnent naiſſance à des vents très-nuiſibles aux jardins & aux prairies ; l'air, qui ſe trouve dans le voiſinage de ces neiges, ſe dilatant par la même cauſe qui les fait fondre, les vapeurs qui s'exhalent en abondance de la neige fondue, produiſent ces vents humides & froids ſi contraires aux plantes.

6°. Il eſt vraiſemblable que l'électricité eſt une des cauſes productrices des vents. En effet, ſi deux nuées très-électriques s'approchent l'une de l'autre, elles ſe repouſſeront mutuellement, & donneront lieu à deux courans d'air oppoſés dans leurs directions ; de même, ſi un nuage puiſſamment chargé d'électricité en rencontre un autre qui ait moins de ce fluide ou qui en ſoit totalement dépourvu, ces deux nuages ſe porteront l'un vers l'autre, & la maſſe d'air compriſe entr'eux deux ſera agitée avec plus ou moins de violence, ce qui dépendra du degré de compreſſion qu'elle éprouvera alors. L'inflammation des météores, les tremblemens de terre, les feux ſouterrains, doivent auſſi occaſioner des agitations conſidérables dans l'atmoſphère.

7°. M. l'Abbé *Nollet* croit entrevoir encore l'origine de certains vents dans la grande quantité d'air qui ſe dégage des mixtes, en

certains lieux & en certaines saisons ; comme aussi dans l'absorption du même fluide qui a lieu particuliérement dans le printems ; il explique, par ce moyen, la cause du vent qui souffle ordinairement en automne & au printems. En automne, dit-il, s'il fait un vent humide & chaud qui procure une prompte & abondante putréfaction des plantes & des feuilles qui sont tombées des arbres, l'atmosphère doit s'enfler au-dessus des endroits où ces effets arrivent ; elle doit refluer sur les parties voisines, celles-ci sur d'autres, & peut-être assez sensiblement pour faire ce qu'on nomme du vent. Dans le printems, au contraire, où la nature travaille le plus à toutes ses productions, il doit s'absorber beaucoup d'air, & il peut se trouver telle circonstance où l'équilibre de l'atmosphère en pourroit être altéré. Au reste, M. l'Abbé *Nollet* ne donne cela que comme une conjecture qui n'est pas fondée en preuves solides.

8°. En admettant le système de l'attraction Newtonienne, le soleil doit agir sur l'air en l'attirant ; & la lune, quoique d'une beaucoup moindre masse, doit encore agir bien plus puissamment à raison de sa plus grande proximité. Pénétré de cette vérité, M. d'*Alembert* a tâché de déterminer le mouvement de l'air

l'air en vertu de l'action de ces deux aſtres, conformément à la théorie de *Newton*, ſur le flux & le reflux de la mer, mouvement par lequel ſes eaux s'élevent vers ſes bords & s'en retirent ſucceſſivement. Dans une ſavante Diſſertation, imprimée en 1747, cet habile Géomètre examine l'effet que peut produire, ſur l'atmoſphère, l'action du ſoleil & de la lune, conſidérés uniquement comme corps attirans, en raiſon directe de leur maſſe & inverſe du quarré de leur diſtance.

Il détermine la direction & la vîteſſe du vent pour chaque endroit, comme la vîteſſe du vent ſous l'équateur, ſous un parallèle & ſous un méridien quelconque, en ſuppoſant que le vent ſouffle dans une chaîne de montagnes parallèles.

Voilà à peu-près toutes les cauſes générales des vents que l'on peut aſſigner; mais combien de cauſes particulieres qu'on ne connoît pas, & qui doivent modifier l'effet des premieres. Il paroît que la plus puiſſante de toutes ces cauſes, eſt la chaleur du ſoleil, qui produit ſucceſſivement une raréfaction conſidérable dans les différentes parties de l'atmoſphère; & qui, par cela même, peut auſſi produire le vent qui ſouffle conſtamment de l'eſt à l'oueſt, entre les deux tropiques & dans leur voiſinage. En

effet, ſuppoſons que le ſoleil ſoit à l'équateur, la partie de l'atmoſphère qui lui répond, & ſur laquelle il darde ſes rayons, ſera extrêmement échauffée & raréfiée : elle s'étendra & ſurpaſſera en hauteur les autres parties adjacentes ; mais comme elle ne pourra être ſoutenue, elle s'épanchera en tout ſens & viendra augmenter le poids des colonnes d'air ambiantes : celles-ci, plus denſes que la maſſe dilatée, & de plus ſurchargées de la portion d'air qui ſe ſera répandue ſur elles, ſe porteront dans la maſſe d'air échauffée, & produiront une agitation d'autant plus ſenſible, que la raréfaction de cette maſſe d'air ſera plus grande en même tems qu'elle ſera augmentée par celle de l'eau, que la chaleur du ſoleil aura exaltée & réduite en vapeurs.

L'effet doit être le même dans tous les endroits où le ſoleil eſt au zénith ; &, par conſéquent le courant d'air doit ſuivre le ſoleil & former un vent conſtant & général d'orient en occident.

On conçoit effectivement que la colonne d'air, raréfiée par la chaleur du ſoleil, & en outre ſurchargée des vapeurs qui s'élevent en abondance de la Méditerranée entre les deux tropiques, doit faire effort pour ſe mouvoir, non-ſeulement de l'orient vers l'occident, mais

même de côté vers l'un & l'autre pôle. Dans le même tems, la terre tournant d'occident en orient, préſente un nouvel air au ſoleil; en ſorte qu'il y a une maſſe d'air d'une certaine étendue, placée devant la colonne du même fluide, qui répond au ſoleil, dans laquelle maſſe l'air plus froid ſera pouſſé par derriere d'orient en occident, par un air plus échauffé & qui fait effort pour s'étendre ou ſe dilater; mais, dans ce même tems, les colonnes d'air plus denſes, qui ſont ſituées du côté du nord & du midi, exercent leur action, & voici ce qui doit réſulter de cette action ſimultanée. Dans l'hémiſphère ſeptentrional, l'air étant pouſſé d'orient en occident, à cauſe de la preſſion qu'il éprouve par derriere, & du nord vers l'équateur, par les colonnes collatérales qui ſont plus au nord, il compoſera ſon mouvement de ces deux directions, & produira un vent de nord-eſt. De même, la maſſe d'air qui eſt dans l'hémiſphère auſtral, étant pouſſée par derriere d'orient en occident, & en même tems du midi à l'équateur, par les colonnes collatérales qui ſont plus au ſud; ſon mouvement participera de ces deux directions, & produira un vent de ſud-eſt.

Ces deux vents nord-eſt & ſud-eſt, ſe rencontrant dans le plan de l'équateur, produi-

ront un autre vent qui ſera véritablement un vent d'eſt.

On ne ſait point au juſte de combien la partie de l'atmoſphère, qui répond directement au ſoleil, & qui eſt raréfiée par l'action de ſes rayons, s'étend & s'éleve; mais des obſervations, faites entre les tropiques, ont appris qu'auprès de la ſurface de la terre, la denſité de l'air dilaté par la chaleur du jour, eſt à celle du même air condenſé par la fraîcheur de la nuit comme 8 à 9, par conſéquent l'atmoſphère doit être beaucoup plus haute pendant le jour que pendant la nuit. L'expérience a également appris que la vapeur de l'eau bouillante occupe un eſpace 13 à 14000 fois plus grand; à la vérité, comme la chaleur du ſoleil ne fait pas bouillir l'eau, les vapeurs qui s'élevent de la mer ne peuvent pas occuper un ſi grand eſpace; mais en ſuppoſant que ces vapeurs prennent un volume 6000 fois plus grand que celui qu'elles ont dans la mer, & que la chaleur du ſoleil éleve en vapeur deux pouces d'eau ſous l'équateur, cette eau occupera un eſpace 6000 plus grand, ce qui augmentera la hauteur de la colonne d'air qui répond au ſoleil; ainſi cet air ſe répandra latéralement & de tous les côtés ſur les colonnes voiſines, qui en deviendront plus pe-

ſantes, en ſorte que les parties inférieures de ces colonnes collatérales ſe porteront avec plus de violence vers l'air du milieu qui a moins de denſité, & qui oppoſe moins de réſiſtance ; ce qui peut, ſinon produire le vent d'orient, mais du moins être une des cauſes qui concourent à ce mouvement de l'air.

En admettant que la force d'attraction du ſoleil & celle de la lune produiſent dans l'air un mouvement ſemblable à celui du flux & du reflux dans la mer, il faut convenir que ce mouvement eſt inſenſible en comparaiſon des agitations de l'air, qui ſont produites par ſa raréfaction & celle des vapeurs. Pour peu qu'on y réfléchiſſe, on verra, dit M. de *Buffon*, que ce mouvement n'eſt guere plus conſidérable que celui du flux & du reflux des eaux de la mer ; car, la diſtance à la lune étant ſuppoſée la même, une mer d'eau ou d'air, ou de telle autre matiere fluide qu'on voudra imaginer, aura à peu-près le même mouvement, parce que la force qui produit ce mouvement pénetre la matiere & eſt proportionnelle à ſa quantité ; ainſi une mer d'eau, d'air ou de vif-argent s'éléveroit à peu-près à la même hauteur, par l'action du ſoleil & de la lune, & dès-lors on voit que le mouvement que l'attraction des aſtres peut cauſer dans l'atmoſ-

phère n'eſt pas aſſez conſidérable pour produire une grande agitation, &, quoiqu'elle doive cauſer un mouvement de l'air d'orient en occident, ce mouvement eſt tout-à-fait inſenſible, en comparaiſon de celui que la chaleur du ſoleil doit produire en raréfiant l'air (1).

Quelques Auteurs ont donné, pour cauſe du vent d'orient, le mouvement de la terre ſur ſon axe, ſans faire attention, 1°. que ce vent a beaucoup moins de viteſſe que la ſurface de la terre entre les tropiques. En effet, ce vent ne parcourt qu'environ 10 pieds par ſeconde, tandis qu'un corps ſitué ſous l'équateur en parcourt 1423 dans le même tems; 2°. que l'atmoſphère ne peut avoir d'autre mouvement que celui de la rotation de la terre, & que, tout tournant enſemble & à la fois, ce mouvement de rotation eſt auſſi inſenſible dans l'atmoſphère qu'il l'eſt à la ſurface du globe; 3°. que le vent d'eſt devroit régner ſur le ſommet de toutes les montagnes, ce qui ne s'accorde point avec les obſervations; 4°. qu'entre les tropiques, le vent d'orient ſouffleroit continuellement ſur la mer, en ſorte qu'il n'y auroit aucune plage maritime dans laquelle ce vent ne régnât pendant toute l'année : cependant il n'en arrive pas ainſi.

(1) Hiſtoire Naturelle, tom. II. pag. 25.

L'opinion de ceux qui font dépendre ce vent de l'action de la lune, n'eſt pas mieux fondée, car ce vent ſuit le mouvement du ſoleil & non celui de la lune ; autrement il changeroit entre les tropiques à chaque mois lunaire, & ne ſeroit pas le même lorſque la lune eſt en de-çà ou au-delà de l'équateur.

Le Docteur *Liſter*, dans les Tranſactions Philoſophiques, s'eſt permis d'avancer, contre toute vraiſemblance, que le vent d'eſt général, eſt produit par la reſpiration d'une plante, qu'on appelle *lentille de mer*, qui eſt très-abondante entre les tropiques, & que la différence des vents, ſur la terre, ne vient que de la différente diſpoſition des arbres & des forêts ; il prétend, qu'à l'heure de midi le vent eſt plus fort, parce que les plantes ont plus chaud, & reſpirent l'air plus ſouvent, & qu'il ſouffle de l'orient vers l'occident, parce que toutes les plantes font un peu le tourne-ſol, & reſpirent toujours du côté du ſoleil.

La principale cauſe du vent d'orient eſt, comme nous croyons l'avoir prouvé, la chaleur du ſoleil ; &, en général, tout ce qui occaſionnera dans l'air une raréfaction ou une condenſation conſidérable, produira des courans aériens, dont les directions ſeront toujours directes ou oppoſées aux lieux où ſera

la plus grande raréfaction ou la plus grande condenſation.

Le mouvement du ſoleil étant ſenſiblement uniforme, & cet aſtre exhauſſant l'air d'une maniere réguliere, le vent d'orient doit ſouffler avec uniformité; mais ce vent ne peut guère ſe faire ſentir que dans les endroits où il ne peut être altéré, ni par des montagnes, ni par des forêts, ni par d'autres obſtacles qui ſe trouvent ſur le continent; on ne doit donc ordinairement rencontrer les vents d'eſt que dans les endroits de la mer un peu éloignés des côtes; auſſi on ne commence à les ſentir qu'à environ 100 lieues de diſtance des côtes de l'Amérique. Il y a plus, ce vent ne doit régner ſur le continent que très-rarement; car le ſoleil, par ſa chaleur, éleve, de la ſurface de la mer, des vapeurs, qui, en augmentant la hauteur de l'atmoſphère, concourent à la production de ce vent, comme nous l'avons déjà remarqué; ce qui n'a pas lieu pour les contrées de la terre-ferme, qui ſe trouvent entre les tropiques.

Les vents anniverſaires ou mouſſons, & ceux que nous avons appelés *éthéſiens*, dépendent de pluſieurs cauſes différentes, comme la ſituation des montagnes, les exhalaiſons qui s'en échappent en certains tems périodiques, la

fonte des neiges, la raréfaction locale, occaſionnée par la chaleur, ou la condenſation d'une partie de l'atmoſphère, dépendante du refroidiſſement; le paſſage alternatif du ſoleil d'un côté à l'autre de la ligne, eſt vraiſemblablement la cauſe de ces vents qui ſoufflent pendant ſix mois dans une direction, & ſix mois enſuite dans une autre.

L'origine des vents de terre & de ceux de mer peut ſe déduire de la cauſe que nous avons aſſignée pour les vents généraux.

Le ſoleil ſe levant vers les ſix heures du matin entre les tropiques, le terrein & l'air qui lui répond ſont fort échauffés deux ou trois heures après le lever de cet aſtre; ainſi, cette maſſe d'air doit être plus raréfiée que celle qui repoſe ſur la ſurface de la mer; en ſorte que cet air dilaté, s'élevant au-delà des limites de l'atmoſphère, doit s'épancher latéralement & augmenter la hauteur & le poids des colonnes aériennes qui couvrent la ſurface de la mer; la partie inférieure de ces colonnes doit par conſéquent ſe porter vers la terre, dans la maſſe d'air qui eſt moins denſe ou plus raréfiée, & produire un vent de mer tant que l'air qui répond à la ſurface de la terre ſera plus raréfié que celui qui repoſe ſur la mer; mais l'air qui couvre la terre n'eſt jamais plus chaud, & con-

ſéquemment plus raréfié que depuis midi juſqu'à trois heures, & dans ce tems-là il s'éleve auſſi une plus grande quantité de vapeurs de la mer; ainſi les vents de mer doivent être plus forts, plus impétueux, depuis midi juſqu'à trois heures, que pendant les autres heures du jour. La chaleur de l'air, qui répond à la terre, diminue vers le coucher du ſoleil; les vapeurs s'élevent auſſi en moindre quantité de la mer, & les vents ſoufflent avec moins de violence vers la terre. Après le coucher du ſoleil, la chaleur ſe met en équilibre dans la partie de l'atmoſphère qui couvre la terre & la mer, & le vent ne ſe fait plus ſentir.

Cependant la terre & l'eau de la mer conſervent une partie de la chaleur qu'elles ont reçue du ſoleil pendant le jour. Cette chaleur éleve des vapeurs; mais la mer en fournit davantage que la terre. Cet excès de vapeurs chaudes, qui s'exhalent de la mer, fait que l'air qui lui répond, & dans lequel elles ſe répandent, s'échauffe & ſe dilate davantage que celui qui repoſe ſur le continent; de-là une partie de cet air moins raréfié ſe précipite dans les colonnes aériennes qui répondent à la mer, & produit un vent de terre. Ajoutez à cela que la maſſe d'air, qui repoſe ſur la mer, étant conſidérablement raréfiée,

s'éleve à ſon tour au-deſſus des limites de l'atmoſphère, & que, refluant ſur les colonnes qui répondent à la ſurface de la terre, elle augmente leur poids & détermine leur partie inférieure à s'étendre principalement vers la mer. Les vents de terre ceſſent le matin, parce que l'équilibre s'établit entre la chaleur de l'air qui repoſe ſur la mer, & celle de l'air qui répond au continent, de même qu'entre les vapeurs qui s'élevent de part & d'autre. Lorſque la ſaiſon eſt humide, & le ciel couvert de nuages, la terre, la mer, ainſi que l'air qui repoſe ſur l'une & l'autre, n'étant pas inégalement échauffés par les rayons du ſoleil, les vents de terre & ceux de mer ne doivent pas ſe faire ſentir; ce qui eſt conforme aux obſervations.

Quand aux vents libres ou irréguliers, ils dépendent en général de tout ce qui peut occaſionner quelque ébranlement dans l'atmoſphère, ainſi que de la diſpoſition des lieux où ils ſe font ſentir. La direction originaire d'un vent doit être changée, par exemple, par la rencontre d'une chaîne de montagnes, des côtes de la mer, des grandes nuées oppoſées, ou d'un autre vent qui ſouffle dans une direction différente, ainſi que nous l'avons déjà obſervé.

L'inconſtance & la bizarrerie des vents, dans les ouragans, vient de la complication des cauſes qui les produiſent; 1°. il doit régner un vent qui amene les nuages; 2°. il doit s'en élever d'autres par la chute de quantité de nuages qui s'abaiſſent par intervalles; 3°. enfin, un vent contraire ou le même vent réfléchi peut augmenter & varier le fracas inſéparable des ouragans.

Quand des vents impétueux rencontrent, dans leur chemin, des nuées épaiſſes, celles-ci leur font obſtacle, reſſerrent leur courant, & les font quelquefois venir de haut en bas ſur la terre, comme en tournoyant : lorſqu'à ces cauſes ſe joignent des vents contraires, alors ces vents violens s'entre-choquent avec un ſifflement conſidérable & deviennent ſi furieux qu'ils renverſent les maiſons, déracinent les arbres, fracaſſent les vaiſſeaux, comme nous l'avons remarqué plus haut : la rencontre de deux courans d'air, qui ſe choquent horizontalement avec force, doit faire refluer l'air vers le haut & le bas, comme il arrive dans les courans d'eau qui ſont directement oppoſés; mais la chute & l'épaiſſeur des nuées, empêchant l'air de refluer par en haut, toute ſon impétuoſité & ſa furie ſe trouvent dirigées vers la terre.

Pluſieurs Phyſiciens ont tenté de meſurer la vîteſſe des vents, en leur abandonnant des corps légers, & en examinant l'eſpace que les vents leur faiſoient parcourir dans un tems déterminé, comme quelques ſecondes ; mais, quelque ſimples que paroiſſent ces expériences, elles ne peuvent apprendre que la vîteſſe des vents qui regnent pendant le temps qu'on les fait. Selon *Mariotte*, ceux qui ont aſſez de force pour déraciner les arbres & les forêts, parcourent 32 pieds en une ſeconde ; mais, par des obſervations plus exactes, faites par *Lulofs*, il paroît qu'un vent violent, & qui n'eſt point encore orageux, parcourt 52 pieds en une ſeconde. Si l'on en croit *Derham*, un vent qui parcouroit 66 pieds d'Angleterre en une ſeconde, eut aſſez de force pour briſer une ſtatue de pierre de 12 pieds de hauteur, de 5 pieds de largeur ſur 2 pieds d'épaiſſeur. *Kraft* obſerva, à Péterſbourg, le 24 Mars 1741, un vent qui parcouroit plus de 109 pieds par ſeconde ; une autre fois, il en obſerva un qui parcouroit 123 pieds dans le même tems.

La force dû vent dépend de ſa vîteſſe & de ſa maſſe, c'eſt-à-dire de la quantité d'air qui ſe meut & de l'eſpace qu'il parcourt dans un tems donné. *Muſchenbroeck* a trouvé, par expérience, que l'effort d'un vent, qui parcourt 24 pieds

par ſeconde, eſt égal à celui d'une maſſe d'eau qui agiroit ſur une ſurface égale, & qui auroit une vîteſſe d'un pied par ſeconde. On trouve, dans la Manœuvre des vaiſſeaux du célebre *Bouguer*, une table, dans laquelle ce Géomètre a déterminé, en poids, la force d'un vent qui parcouroit depuis 1 juſqu'à 100 pieds en une ſeconde.

C'eſt de la maſſe & de la vîteſſe des vents, multipliées l'une par l'autre, que réſulte leur action ſur les arbres qu'ils déracinent, ſur les maiſons qu'ils renverſent, ſur les vaiſſeaux qu'ils tranſportent au ſein des mers, ſur les moulins qu'ils appliquent à différens uſages, tels qu'à deſſécher les terreins humides & marécageux, qui en deviennent plus propres à l'agriculture, à ſcier de gros arbres, ainſi que le marbre, à réduire en poudre les bois colorés, dont on ſe ſert pour la teinture, à fouler les draps, à réduire les grains en farines, à tirer de l'huile de différentes ſemences, à faire du papier avec du vieux linge, &c. ce qui épargne à l'homme des travaux pénibles & des dépenſes conſidérables.

Dans les moulins à vent, quatre ailes, qui font l'office de léviers, préſentent obliquement leurs plans à la direction du vent : la force avec laquelle il agit ſur ces quatre plans in-

clinés, les oblige à reculer à chaque inſtant, ce qu'ils ne peuvent faire qu'en tournant, & en faiſant tourner l'arbre auxquels ils ſont fixés, & qui met en jeu toute la machine.

Les moulins à vent ſont conſtruits de maniere que leur partie mécanique peut tourner ſur un grand pivot vertical & immobile, pour préſenter toujours favorablement leurs ailes, à l'impulſion du vent, à meſure que celui-là change de direction.

Les cerfs-volans, qui ſont partie des amuſemens de la jeuneſſe, & qui ſont, entre les mains du Phyſicien, de vrais conducteurs de la foudre renfermée au ſein des nuages; ces eſpeces de chaſſis, couverts de papier ou d'une étoffe de ſoie très-légere, s'élevent & ſe ſoutiennent dans l'air, à une très-grande hauteur par l'impulſion du vent.

La corde qui retient le cerf-volant eſt toujours attachée de maniere que le plan ſe préſente obliquement à la direction du vent. L'impulſion du courant aérien tend donc toujours à faire monter ce plan incliné, tant qu'il ſe préſente à ſon action ſous un angle convenable.

Nous éprouvons quelquefois de la part du vent, une action aſſez ſemblable à celle qui éleve le cerf-volant; c'eſt, lorſqu'en nous promenant, nous préſentons obliquement, à ſon

impulsion, le parasol que nous tenons dans nos mains ; nous sentons que ce parasol tend à s'élever & à nous entraîner au milieu des airs.

Ce n'est pas seulement dans le jeu des moulins à vent que ce météore nous devient utile ; les dommages qu'il cause quelquefois, se trouvent encore contre-balancés par nombre d'avantages qu'il nous procure.

Ce sont les vents qui dissipent les exhalaisons provenant de notre corps, de celui des animaux, des endroits marécageux, &c. en même tems qu'ils chassent l'air qui en est inquiné ou sali, ils amenent, dans le même lieu, un autre air plus pur & plus salubre. *Hippocrate* & plusieurs autres Médecins après lui, ont observé, qu'après un long calme, sur-tout en été, il survient des maladies contagieuses, des fièvres malignes, & quelquefois la peste. Il est vrai que les vents peuvent apporter la contagion dans certains endroits ; mais cela arrive fort rarement, & l'on peut dire en général que les vents renouvellent & purifient l'air.

Ils rafraîchissent ce fluide, & rendent habitables des pays où les hommes ne pourroient vivre sans leur secours ; c'est ce qu'on remarque dans les Indes orientales, en Amérique, en Afrique, sur certaines côtes, dans des Isles

Iſles ſituées dans la zone torride. L'air de l'Iſle de Sainte-Catherine, ſituée ſur la côte du Bréſil, cauſe ſouvent des fiévres & des dyſſenteries parmi les équipages des vaiſſeaux; ce qu'on attribue aux brouillards épais qui s'élevent d'un ſol gras couvert de végétaux de toute eſpece, qui ſubſiſtent toute la nuit & une grande partie de la matinée, & ne ſe diſſipent que quand le ſoleil a aſſez de force pour les raréfier, ou qu'un vent de mer les chaſſe ou les fait diſparoître.

Les vents de terre & de mer rafraîchiſſent l'air, la terre & les eaux. Sur la côte de Coromandel, il regne, depuis le commencement de Mai juſqu'à la fin d'Octobre, une chaleur inſupportable; elle commence à neuf heures du matin & ſe fait ſentir juſqu'à neuf heures du ſoir; mais un vent de mer, qui ſouffle du ſud-eſt, tempere cette chaleur pendant la nuit; ſouvent même on jouit de cet agréable rafraîchiſſement dès les trois heures après midi; l'air eſt moins chaud le reſte de l'année, & les pluies ſont fréquentes dans les mois de Novembre & de Décembre. La chaleur, qui devroit être exceſſive à Batavia, y eſt tempérée par un vent de mer qui s'éleve tous les jours à dix heures & qui ſouffle juſqu'à quatre; les nuits ſont encore rafraîchies par des vents

de terre, qui tombent au lever du ſoleil. En Europe même, quantité de Moiſſonneurs périroient, pendant les ardeurs de l'été, s'ils n'étoient rafraîchis par le vent; car, lorſque l'air eſt calme, & qu'il ne regne aucun vent, on remarque que la chaleur immodérée du jour eſt quelquefois ſuffoquante.

Les vents tranſmettent auſſi la chaleur d'un pays à un autre, ainſi que nous l'avons déjà obſervé; & ce n'eſt certainement pas un des moindres ſervices qu'ils rendent à la ſociété.

Ce ſont les vents qui tranſportent les nuages deſtinés à fertiliſer les différentes parties de la terre, & qui les diſſipent pour faire ſuccéder le calme à l'orage; ſans eux les vapeurs de la mer ne tomberoient que dans des lieux maritimes, dans le voiſinage des fleuves, des lacs, des rivieres, &c. & y cauſeroient un déluge perpétuel, pendant qu'elles laiſſeroient arides les autres contrées.

Les vents tranſportent auſſi, dans différentes régions, les exhalaiſons de la terre, & par ce moyen purifient l'air, & empêchent que les différens principes, néceſſaires à la végétation des plantes, ne ſéjournent dans un ſeul endroit.

Ils agitent les eaux de l'Océan, celle des lacs & des étangs, & les empêchent de crou-

pir & de répandre une infection mortelle ſur la ſurface de la terre. En effet, on obſerve que, lorſqu'il regne un trop long calme ſur une partie de la mer ou d'un lac, les eaux correſpondantes ſe corrompent, répandent une odeur infecte, & laiſſent échapper des exhalaiſons dangereuſes, qui produiſent des maladies très-ſouvent malignes; mais qui ceſſent d'elles-mêmes, lorſque le vent vient à agiter ces eaux, & à emporter les exhalaiſons qu'elles répandoient.

C'eſt avec le ſecours du vent que l'on a perfectionné la navigation & le commerce. Quel avantage ne tire-t-on pas de certains vents ſtables qu'on trouve toujours à la même hauteur? & qui, ſoufflant pluſieurs mois avec force, menent au port deſtiné les vaiſſeaux, qui, ſans cela, auroient lutté un tems conſidérable contre les dangers de la mer.

D'autres vents, après avoir ſouflé ſix mois du même côté, prennent, pendant la demi-année ſuivante, un cours directement oppoſé, & par-là favoriſent autant le retour que le voyage. Les vents, en tranſportant ainſi les vaiſſeaux d'un pays dans un autre, font, par un commerce réciproque, régner l'harmonie entre tous les habitans de la terre.

CHAPITRE II.

Des Inſtrumens qui ſervent à connoître les variations de l'atmoſphère.

DEPUIS *Hippocrate* juſqu'à nos jours, tous les Médecins, qui ont écrit d'après l'obſervation, atteſtent que chaque ſaiſon a ſes maladies, que chaque pays a les ſiennes, & que la plupart de ces maladies proviennent de l'état de l'air qu'on y reſpire. Pour connoître les qualités actuelles de ce fluide, on a inventé & mis en uſage différens inſtrumens : nous nous attacherons à conſidérer les principaux, en commençant par ceux qui ſervent à indiquer les variations du vent.

De l'anémomètre ou anémoſcope.

Comme la variation des vents influe beaucoup ſur l'état actuel de l'atmoſphère, on en a fait un objet d'obſervation. Parmi les différentes machines qu'on a imaginées pour faire commodément & d'une maniere sûre cette obſervation, les unes indiquent ſeulement la direction du vent, les autres en marquent en même tems la viteſſe & la force relative.

L'anémoſcope le plus uſité, c'eſt la *girouette*, faite d'une plaque de métal, mobile ſur un

pivot, & cédant à l'impulſion du vent. Il paroît, par ce que dit *Vitruve*, que cette machine a été imaginée dès la plus haute antiquité pour indiquer de quel côté le vent ſouffle. Placée au haut d'un édifice ou d'un bâtiment qui n'eſt dominé par aucun autre, elle remplit cette indication, en ſuppoſant que le frottement, inévitable dans cette machine, lui permette de ſe diriger ſucceſſivement vers tous les points de l'horizon; il faut encore que la girouette ait un volume ſuffiſant pour mieux obéir aux vents, & faire connoître leurs moindres variations. On les obſervera plus commodément, & l'on pourra en tenir compte, ſi, au lieu de faire tourner la girouette ſur la tige qui la porte, on l'y attache de maniere qu'elle faſſe tourner avec elle cette tige, dont l'extrémité inférieure répondra, ſi l'on veut, dans un appartement, ou au plafond de la cage d'un grand eſcalier; on pratiquera, au bout de cette tige, un pignon qui ménera une roue dentée, & cette roue ménera une aiguille qui marquera la direction des vents ſur un cadran; il ſuffira même que l'aiguille ſoit immédiatement attachée au bout de la tige; l'aiguille tournera comme elle, & par conſéquent comme la girouette. Cet inſtrument, qu'on appelle indiſtinctement *anémomètre* & *anémoſcope*, eſt décrit,

ſous le premier de ces noms, dans le ſecond volume du *Cabinet de Phyſique* de M. *Sigaud de la Fond*, Ouvrage important que l'on vient de réimprimer dans ce moment, avec des changemens & des augmentations conſidérables, chez *Gueffier*, Imprimeur-Libraire. De tous les anémoſcopes, le plus exact eſt ſans contredit celui dont je viens de parler, auſſi eſt-il le plus généralement employé; il y a cependant deux inconvéniens à l'établir ſur le haut d'un bâtiment, & à tranſporter ſa marche dans un appartement; l'un, eſt qu'il fait un bruit continuel; l'autre, eſt que la verge de fer peut ſervir de conducteur au feu du tonnerre, ſi la foudre tombe ſur la girouette.

On trouve, dans les *Tranſactions Philoſophiques*, la deſcription d'un anémomètre, qui conſiſte en une plaque mobile ſur le limbe gradué d'un quart-de-cercle; le vent eſt ſuppoſé ſouffler perpendiculairement contre cette plaque mobile, & ſa force eſt indiquée par le nombre de degrés qu'il lui fait parcourir.

M. *Bouguer*, dans ſon *Traité du Navire*, propoſe un inſtrument très-ſimple & très-commode pour meſurer l'effort du vent. Cet anémomètre doit être fait d'un morceau de carton de 3 pouces quarrés de ſurface, ou bien d'un morceau de toile de voile, renfermé dans

un chaſſis très-léger & ayant la même ſurface ; on applique ce plan, perpendiculairement, à l'extrémité d'une verge qui entre, par ſon autre extrémité, dans un tuyau qui ſert de manche à l'inſtrument ; c'eſt par ce tuyau qu'on le tient lorſqu'on préſente ſa ſurface au vent. L'impulſion, ſelon qu'elle eſt plus ou moins forte, fait entrer plus ou moins la verge dans le tuyau ; elle y preſſe un reſſort à boudin qui y eſt renfermé ; &, comme la verge eſt graduée, elle marque, par ſon enfoncement, la force du vent ; car les degrés répondent à autant de poids connus, que l'on a placés ſucceſſivement ſur le plan en le tenant horizontalement, afin de déterminer la réſiſtance du reſſort pour les différens points d'enfoncemens.

M. *d'Ons-en-Bray* a donné, dans les Mémoires de l'Académie Royale des Sciences de 1734, la deſcription d'un anémomètre, qu'il prétend marquer de lui-même ſur un papier, non-ſeulement les vents différens qui ont ſouffié pendant vingt-quatre heures, avec les heures auxquelles ils ont commencé & ceſſé de régner, mais encore les viteſſes & les forces de ces vents. Il ſeroit à deſirer que cet inſtrument fît connoître la force abſolue & non la force relative des vents ; mais il ne tient compte que des degrés d'augmentation ou de diminu-

tion qui ſurviennent à la vîteſſe de chaque vent. M. *Savérien*, ayant ſenti combien il ſeroit important, pour la théorie des moulins, de connoître la vîteſſe abſolue de l'air en mouvement, a imaginé un autre inſtrument, qu'il décrit, ſous le nom de *barozanème*, dans ſa nouvelle Théorie de la manœuvre des Vaiſſeaux: cet inſtrument nous paroît devoir remplir parfaitement l'indication de ſon Auteur.

Du Baromètre.

Un inſtrument qui ſert à connoître les plus légeres variations qui arrivent dans la peſanteur abſolue de l'atmoſphère, ainſi que dans le reſſort de cette maſſe fluide; à prédire, lorſqu'il eſt bien obſervé, les changemens de tems, avis ſi important pour le Cultivateur & pour le Voyageur; à meſurer l'élévation des montagnes, la profondeur des ſouterrains, la pente des rivieres, l'élévation des tours; à donner, par des obſervations faites à des hauteurs très-différentes, les loix de la condenſation de l'air; à juger du vide, dans les expériences de la machine pneumatique; un inſtrument qui réunit autant d'avantages différens doit fixer l'attention du Phyſicien & de l'homme du monde: cet inſtrument ſi utile eſt le *baromètre*.

On appelle ainſi un tube de 30 pouces environ de hauteur, vide d'air & ſcellé par une extrémité, qui contient une colonne de mercure, dont le poids fait équilibre avec celui de l'atmoſphère, & qui, par-là, ſert à meſurer le poids actuel de l'air, ou, ce qui revient au même, ſon reſſort, car l'un eſt invariablement réglé par l'autre. Si ce tube, rempli de mercure, eſt plongé dans un réſervoir également plein de mercure, tel que le tube de *Toricelli*, c'eſt un baromètre ſimple, qui, de l'aveu de tous les Phyſiciens, eſt plus parfait qu'aucun de ceux qu'on a imaginés depuis l'époque de ſa découverte, qu'on attribue à *Otto-Guerick*. Il fut en effet le premier qui s'apperçut que le mercure varioit en hauteur dans le tube de *Toricelli*; que la colonne de ce fluide y prenoit quelquefois plus, quelquefois moins de longueur, & que ces variations annonçoient aſſez communément celles de l'atmoſphère; que le tems devenoit beau & ſerein lorſque la colonne de mercure étoit plus longue, au lieu qu'il ſurvenoit de la pluie ou du mauvais tems, lorſque cette colonne perdoit de ſa longueur. *Otto-Guerick* regarda donc dès-lors le tube de *Toricelli* comme un inſtrument qui devoit indiquer les changemens de tems; mais l'uſage & l'expérience ont fait connoître qu'il y avoit

certaines précautions à apporter dans ſa conſtruction, précautions eſſentielles à ſa perfection, recommandées en dernier lieu par M. *de Luc*, dans ſon grand Ouvrage ſur les modifications de l'atmoſphère ; précautions enfin, que négligent aſſez ſouvent ceux qui les vendent au Public.

Les défauts d'un baromètre ſimple peuvent venir du mercure qui le remplit, du tuyau qui le contient, ou de la maniere dont il a été chargé. Le tube ne doit avoir aucune félure qui puiſſe donner entrée à l'air, aucune aſpérité intérieure qui puiſſe gêner le mouvement du mercure ; il faut auſſi qu'il ſoit bien nettoyé en dedans avec de l'eſprit-de-vin rectifié & un piſton de peau, pour détacher l'air qui adhere aux parois du verre ; il doit être ſéché devant le feu & échauffé, avant d'y introduire le mercure ; le calibre ou le diamètre du tube n'eſt pas non plus indifférent ; les tubes les plus gros ſont préférables, parce que la colonne de mercure, y étant plus forte, a moins de frottement contre les parois du tube, ce qui rend ſa marche plus aiſée dans les variations de l'air ; un tube de 2 lignes & demi de diamètre remplit cette indication. Une autre attention qu'il faut avoir, c'eſt de laiſſer toujours deux pouces de tube libre au-deſſus de la colonne de mercure ; car, ſi la ſurface

de cette dernière approche du ſommet du tube à la diſtance de 2 ou 3 lignes, par exemple, la hauteur du mercure augmentera d'une demi-ligne, ſans que la peſanteur de l'air y ait aucune part; effet qu'on attribue à l'attraction du verre.

Quant au mercure qu'il convient d'employer, il doit être revivifié du cinabre, qui eſt une combinaiſon naturelle du mercure avec le ſoufre; combinaiſon que l'on peut détruire à l'aide du feu & par le moyen du fer, qui a plus d'affinité avec le ſoufre qu'avec le mercure; en débarraſſant ainſi ce métal fluide de ces entraves, on eſt aſſuré de l'avoir autant pur qu'on puiſſe le déſirer pour la perfection du baromètre.

Le mercure peut être verſé dans le tube ou à froid ou bouillant. Lorſqu'on charge les baromètres avec du mercure bouillant, on doit le faire à l'air, afin de n'être point trop expoſé aux vapeurs mercurielles qui ſont dangereuſes; on ne doit avoir ſur ſoi, & dans l'endroit où l'on travaille, ni galons, ni bijoux d'or ou d'argent, la vapeur gâteroit, ſans retour, tout ce qui ne pourroit pas ſoutenir l'action du feu néceſſaire pour faire évaporer le mercure.

Le ſeul moyen de purger d'air, le mercure, eſt de le faire bouillir dans le tube même,

autrement l'air qui s'attache aux parois du tube, & celui qui s'échappe du mercure forme des inégalités conſidérables, qui varient ſuivant les tems, les lieux, & les autres circonſtances ; car l'effet de la chaleur, ſur l'air qu'on a laiſſé dans le mercure, produit auſſi des inégalités plus ou moins grandes. L'on voit toujours des baromètres, bien purgés d'air, monter par l'effet de la chaleur, tandis que ceux qui ne l'ont point été deſcendent ; ce qui vient de ce que l'air, dans ces derniers, s'éleve dans la partie vide du tube, & la chaleur, le dilatant dans cet endroit, ſon volume augmente ; il preſſe la ſurface du mercure & l'oblige de deſcendre. Cet inconvénient n'a pas lieu dans les premiers, dont l'air a été exactement épuiſé ; le vide de la partie ſupérieure du tube eſt ſi parfait, que la dilatation ſeule du mercure s'y rend ſenſible, en le faiſant monter dans cette partie vide d'air.

Il eſt donc important, pour la perfection du baromètre, de faire bouillir le mercure dans le tube même ; on le remplit, pour cela, de maniere que l'extrémité fermée étant en bas, il y ait en haut un eſpace vide d'environ 2 pouces, ſans quoi il ſortiroit du mercure pendant l'ébullition ; il faut approcher peu-à-peu, d'un feu de charbons, le bout du tube,

à meſure qu'il acquiert de la chaleur; quand le mercure commence à s'échauffer, les parois du tube ſont tapiſſées de bulles d'air qui ſe réuniſſent enſuite & deviennent aſſez groſſes pour s'échapper vers le haut; mais elles diſparoiſſent preſque totalement, lorſqu'elles atteignent les endroits qui ne ſont pas encore échauffés, & ce n'eſt qu'après un grand nombre de ſemblables émigrations, qu'elles parviennent à ſe dégager totalement de dedans le mercure : bientôt l'ébullition commence, le mercure paroît vivement agité; il ſembleroit que le tube va ſe caſſer; mais il faut entretenir ce bouillonnement tout le long du tube, en le faiſant paſſer ſucceſſivement ſur le charbon ardent; on voit auſſi quelquefois des bulles d'eau monter avec l'air en forme d'écume; l'intérieur de quelques tubes ſe ternit, d'autres deviennent plus brillans, cela dépend beaucoup de la nature du mercure & de celle du verre.

Lorſque le mercure a bien bouilli, on le laiſſe refroidir, après quoi il s'agit de plonger le tube dans un réſervoir où l'on a mis une certaine quantité de mercure, qu'on a eu ſoin auſſi de faire bouillir; cette opération eſt très-aiſée; on ferme, avec le doigt, le bout ouvert du tube; on le renverſe & on le plonge

dans le mercure du réservoir, ayant soin de n'ôter son doigt qu'après que le mercure du réservoir a recouvert entiérement ou environ un pouce de la partie inférieure du tube ; alors, on voit le mercure se tenir suspendu beaucoup au-dessus de la hauteur où le poids de l'atmosphère est capable de le soutenir, ce qui vient de la parfaite contiguïté des parties du mercure avec les parois du tube ; mais cette adhésion cesse dès qu'on a secoué le baromètre & fait descendre la colonne de mercure, parce qu'il s'éleve une petite quantité d'air de dedans le mercure ; c'est un petit inconvénient qu'on ne peut prévenir, qu'en faisant rebouillir de tems en tems le mercure. Je dois encore observer qu'il ne faut pas forcer l'opération & la pousser à trop grand feu ; une ébullition, portée à un très-haut degré, a ses inconvéniens, c'est à l'Artiste à savoir se fixer. L'usage & l'expérience, dans cette manipulation, sont les seules regles certaines auxquelles on puisse renvoyer les Amateurs. Si le mercure frappe des petits coups secs contre le haut du tube, lorsqu'on le balance, c'est une preuve qu'il est bien purgé d'air.

La lumiere prétendue phosphorique, qu'on apperçoit dans certains baromètres & dans l'espace vide qui est au-dessus du mercure, vient du frottement que le verre éprouve de la

part du mercure, & appartient entiérement à l'électricité. Cet éclat lumineux des baromètres, qui n'eſt apparent que dans l'obſcurité & lorſqu'on les balance, eſt communément regardé comme un des caracteres diſtinctifs de leur bonté; cependant M. le Cardinal *de Luynes* a obſervé qu'un baromètre, dont la colonne de mercure étoit réduite à 4 pouces de hauteur, & qui, par conſéquent, contenoit de l'air dans ſon tube, rendoit de la lumiere; mais cette lumiere étoit foible, pâle, & ne paroiſſoit qu'après pluſieurs balancemens.

Il ſeroit à deſirer que l'échelle des variations du baromètre fût mobile, afin de placer le point du variable, ſelon que les pays où le baromètre doit ſervir, ſont plus ou moins élevés au-deſſus du niveau de la mer; on ſait qu'à ce niveau, la hauteur moyenne du mercure eſt de 28 pouces; mais, dans un endroit plus élevé, le point du variable doit être plus bas. Or, ſi l'échelle des variations étoit mobile, il ſeroit facile de la régler ſur les différentes élévations de chaque pays. Enfin, on ne peut pas auſſi prendre trop de précautions pour bien caler le baromètre, de maniere que la colonne de mercure ſoit parfaitement verticale; ce qui n'eſt pas auſſi aiſé qu'on le croiroit d'abord.

Je dois avertir auſſi que les baromètres à réſervoirs, uſités juſqu'à préſent, ſont ſujets à pluſieurs inconvéniens; le premier, c'eſt qu'il eſt preſque impoſſible de meſurer l'effet de la chaleur qui agit ſur le mercure, & de le dégager de l'effet de la peſanteur de l'air, qui eſt le ſeul auquel on doit avoir égard dans l'uſage du baromètre.

Le ſecond inconvénient des réſervoirs, eſt la figure tantôt convexe & tantôt concave que la ſurface du mercure y prend; cette irrégularité, qui paroît dépendre de la forme du réſervoir & de la maniere dont le verre agit, rend la ſurface du mercure très-difficile à conſtater; elle varie d'ailleurs ſuivant que le réſervoir eſt plus ou moins rempli; d'où réſulte, dans la hauteur de la colonne du mercure, des inégalités qu'on ne ſauroit apprécier.

Le troiſiéme inconvénient des réſervoirs, dans les baromètres, c'eſt l'aſcenſion ou la deſcente du mercure dans le réſervoir. Pour que cette variation ne ſoit pas ſenſible, il faut que le réſervoir ſoit d'un diamètre incomparablement plus grand que celui du tube.

Comme les plus grands réſervoirs conſervent toujours une partie de cet inconvénient, on y remédie, en marquant, par une diviſion particuliere, le mouvement du mercure dans le réſervoir

réſervoir, au-deſſus d'un terme fixe marqué ſur la planche; on ajoute alors cette quantité à la hauteur du mercure dans le tube, au-deſſus de la même ligne, pour avoir la diſtance des deux ſurfaces, qui eſt la quantité demandée & la véritable hauteur du baromètre.

M. *de Luc*, frappé de tous les inconvénients des réſervoirs, imagina de les ſupprimer, en faiſant ſes baromètres d'un ſeul tube, recourbé par ſon extrémité, & d'un calibre uniforme dans les deux branches; on trouve, dans ſon Ouvrage, un ample détail des moyens qu'il faut employer pour y parvenir.

Dans le baromètre, compoſé ſuivant les principes du Phyſicien Génevois, il y a deux échelles, une à chaque branche; la diviſion de la branche plus longue va en montant & celle de la plus courte en deſcendant; toutes deux partent d'un point fixe, placé à volonté vers le milieu du tube, & l'on eſt obligé d'additionner les deux nombres pour avoir la diſtance des deux ſurfaces, qui eſt la hauteur du baromètre; on doit faire en ſorte que le tube ſoit d'un diamètre égal; mais la condition la plus eſſentielle eſt que tous les points, qui correſpondent horizontalement dans la grande & la petite branche, ſoient du même diamètre.

M. *de Luc* a fait l'application de ſon baro-

mètre à la mesure des hauteurs, & s'est assuré, par plus de 400 expériences, qu'il ne le trompoit pas plus de 4 à 5 pieds sur toutes les hauteurs qu'il a mesurées, ce qui l'a porté à conclure que les précautions, qu'il apporte à la construction du baromètre, sont absolument nécessaires.

M. *Magellan*, Membre de la Société Royale de Londres, & Correspondant de l'Académie Royale des Sciences de Paris, a donné, en 1780, dans le Journal de Physique, la description d'un baromètre de son invention, qui nous a paru ne le céder en rien à celui de M. *de Luc*, si même il n'approche davantage du degré de perfection désirée dans cette espece d'instrument.

Nous ne devons point passer sous silence les moyens que nous employons, depuis quelques années, pour rendre les baromètres simples transportables.

Dans ces baromètres, le tube, au lieu d'être ouvert à son extrémité inférieure, est percé de côté, à un pouce ou environ de cette extrémité; c'est par cette ouverture latérale que la colonne de mercure, contenue dans le tube, communique avec la masse du même fluide que renferme la cuvette; le tube est étranglé aux dépens de son épaisseur

dans la partie qui répond à l'ouverture de la cuvette, & il eſt attaché à cette derniere par le moyen d'un morceau de peau blanche, liée d'une part ſur le tube, & de l'autre autour de la cuvette, qui eſt également étranglée, ou dont les bords ſont renverſés; cette peau, quoique poreuſe, retient le mercure & l'empêche de ſe répandre quand on tranſporte l'inſtrument; &, comme elle eſt lâchement tendue, elle cede facilement aux impreſſions de l'air atmoſphérique, & de celui qui eſt renfermé dans la cuvette au-deſſus du mercure: ainſi ce dernier monte & deſcend dans le tube, ſelon que l'air intérieur eſt plus ou moins comprimé par l'air extérieur, qui agit médiatement ſur lui. Enfin, la capacité du tube eſt diminuée & réduite à celle d'un tube capillaire à 6 lignes près de la voûte, ou de l'extrémité ſcellée.

C'eſt ainſi que nous parons à tous les inconvéniens auxquels ſeroit expoſé, dans le tranſport, un inſtrument auſſi précieux & auſſi fragile que l'eſt le baromètre plongé. Non-ſeulement on peut le tranſporter ſans que le mercure ſe répande, parce que la peau le retient; mais on peut auſſi l'agiter en tout ſens, ſans avoir à craindre que l'air péneure dans le tube & faſſe baiſſer le mercure, parce que l'orifice

pratiqué latéralement, ſe trouve toujours couvert de mercure, & ſuffiſamment pour que l'air, qui ſurnage ce fluide, ne puiſſe s'infinuer dans le tube. Enfin, on ne doit pas non plus appréhender que, dans les ſecouſſes auxquelles le baromètre peut être expoſé, le mercure heurte trop fortement contre la voûte du tube, & qu'il le caſſe en cet endroit; l'étranglement pratiqué vers le haut du tube, réduiſant ſa capacité à celle d'un tube capillaire, le mercure ne peut ſe porter que progreſſivement vers la voûte.

C'eſt dans l'intention de rémédier aux inconvéniens dont je parle qu'on a imaginé de recourber la partie inférieure du tube & d'y ſouder une eſpece de fiole ou bouteille qui tient lieu de cuvette; mais, outre que cette conſtruction eſt fort défectueuſe, elle ne fournit qu'un moyen peu exact de prévenir les inconvéniens du tranſport.

Quand on veut tranſporter un tel baromètre, à des diſtances un peu éloignées, on l'incline de maniere que le mercure de la cuvette paſſe en grande partie dans le tube & acheve de le remplir; on introduit enſuite un piſton dans la partie du tube qui s'ouvre dans la cuvette. Ce piſton eſt fait d'un bout de fil de fer, entouré vers le bas d'une quantité ſuffi-

ſante de chanvre, & portant, vers le haut, un petit bouchon de liége, que l'on engage dans l'orifice de la cuvette, en même tems qu'on inſere le piſton dans le tube; ce moyen de retenir la colonne de mercure, appliquée contre l'extrémité ſupérieure du tube, & de contenir en même tems, dans la cuvette, la quantité excédente de mercure, n'eſt point auſſi sûr qu'il le paroît d'abord; la raiſon en eſt que le piſton, qu'on eſt obligé d'humecter afin qu'il s'applique plus exactement contre les parois du tube, ne tarde point à ſe deſſécher, & par conſéquent à diminuer de volume; de-là, après un tems, il cede au poids de la colonne de mercure, ce fluide s'échappe le long de ſes parois; &, comme cette réduction du mercure ne peut être remplacée que par un égal volume d'air, celui-là s'introduit dans le tube & rend l'inſtrument très-imparfait. Le piſton a encore un inconvénient qui eſt très à craindre, comme l'ont éprouvé pluſieurs Obſervateurs; c'eſt que, ſi ce piſton bouche exactement l'inſtrument, alors le mercure, ſe dilatant, force le tube & le fait caſſer.

Il eſt rigoureuſement démontré, par l'expérience, que la ſuſpenſion du mercure, dans le baromètre, a pour cauſe la preſſion de l'air, puiſque la hauteur de cette colonne de mercure

augmente ou diminue à proportion que l'air, qui lui réſiſte, augmente ou diminue en denſité.

La meſure des hauteurs & des différences de niveau, eſt une des plus belles applications qu'on puiſſe faire du baromètre; mais c'eſt auſſi la plus délicate & celle qui exige le plus de précaution.

L'on ſait que, toutes choſes d'ailleurs égales, la colonne de mercure du baromètre a d'autant moins de longeur que cet inſtrument eſt placé à une plus grande élévation au-deſſus du niveau de la mer. Par exemple, ſi, dans une chambre, on a deux baromètres, dont la marche ſoit égale, & que l'on porte l'un des deux au haut d'une tour ou d'un rocher, qui ait environ 12 toiſes de hauteur perpendiculaire, on trouvera que la colonne de mercure aura une ligne de moins en hauteur dans le baromètre ſupérieur, que dans le baromètre inférieur.

Mais, de quelle quantité préciſe doit s'élever le baromètre, au-deſſus d'une hauteur donnée, pour que la colonne de mercure s'abbaiſſe ſucceſſivement d'une ligne? C'eſt ſur quoi les obſervations, faites en différens tems & en différens lieux, ne ſont pas exactement d'accord. Cependant, d'après les obſervations les plus récentes & les plus exactes, à partir du niveau de la mer, juſqu'à 1000 ou 1200 toiſes de hauteur

perpendiculaire au-deſſus de ce niveau, on peut compter environ 10 toiſes d'élévation pour chaque ligne d'abaiſſement dans la colonne de mercure, en ajoutant 1 pied à la première dixaine de toiſes, 2 pieds à la ſeconde, 3 pieds à la troiſieme, & ainſi de ſuite.

Le ſeul but qu'on ſe propoſe, en conſtruiſant le baromètre, c'eſt d'avoir une colonne de mercure qui ſoit en équilibre avec une colonne quelconque de l'atmoſphère, qui ait pour baſe le diamètre du tube où eſt contenue la colonne de mercure; mais, comme le poids de cette colonne d'air eſt ſujet à varier ſelon une infinité de circonſtances qui contribuent à l'augmenter ou à le diminuer, il s'enſuit que la colonne de mercure, qui tend toujours à ſe mettre en équilibre, devra auſſi éprouver toutes ces variations & les indiquer en plus ou en moins. Si la colonne d'air diminue de peſanteur ou, ce qui eſt la même choſe, ſi elle ſe raccourcit, la colonne de mercure diminuera auſſi de peſanteur en ſe raccourciſſant; ce ſera le contraire, ſi la colonne d'air augmente de peſanteur en acquérant plus de longueur. Le baromètre ne ſert donc qu'à indiquer les changemens de peſanteur qui arrivent dans l'atmoſphère; cependant tout le monde conſulte le baromètre pour juger du

beau-tems & de la pluie ; il y a, à la vérité, quelque rapport entre les variations de peſanteur dans l'atmoſphère & les tems ſereins ou pluvieux, parce que l'un & l'autre dépendent de la quantité plus ou moins grande de vapeurs répandues dans l'air ; mais il y bien d'autres cauſes qui influent ſur les variations de peſanteur dans l'atmoſphère, de maniere que ce rapport ne ſe ſoutient pas toujours, & peut être troublé par mille circonſtances étrangeres ; quoi qu'il en ſoit, voici ce que cette comparaiſon offre de moins incertain.

1°. Le mercure, dans le baromètre, eſt ordinairement bas lorſque le tems eſt calme & eſt diſpoſé à la pluie.

2°. Il eſt communément plus élevé lorſque le tems eſt ſerein, beau & fixe.

3°. Il deſcend plus bas que jamais dans les grands vents, quoiqu'ils ne ſoient pas accompagnés de pluie ; c'eſt ordinairement lorſqu'ils ſouffient du midi que les plus grands abaiſſemens ſe font remarquer. Dans les tempêtes & les ouragans, le mercure du baromètre éprouve des balancemens ſucceſſifs, qui ſont très-marqués à chaque coup de vent ; leur étendue eſt quelquefois de 2 ou 3 lignes.

4°. Le mercure deſcend auſſi très-bas & éprouve de fréquentes variations aux approches

des tremblemens de terre ; lorſque les ſecouſſes ſont paſſées, il remonte ordinairement fort haut & très-promptement ; on remarque la même choſe avant & après une tempête.

5°. Les plus grandes élévations de la colonne de mercure ont communément lieu dans les tems de gelée, & lorſque le vent ſouffle de l'eſt ou du nord.

Il eſt bien rare qu'il pleuve, lorſque le baromètre eſt plus élevé que ſon état moyen.

7°. Le ciel eſt ordinairement couvert dans les grandes élévations du mercure.

8°. Dans un tems fort chaud, la deſcente du mercure prédit le tonnerre.

9°. Dans le tems de la gelée, ſi la colonne de mercure du baromètre deſcend de 3 ou 4 lignes, on peut s'attendre au dégel ; ſi elle monte au contraire, il neigera preſque infailliblement.

10°. Le mauvais tems n'a pas une longue durée, lorſqu'il arrive immédiatement après l'abaiſſement du mercure ; de même, lorſque le tems devient ſerein, auſſi-tôt après une plus grande aſcenſion du mercure, il ne tarde point à changer d'état.

11°. Si, dans un tems humide & pluvieux, la colonne de mercure s'éleve beaucoup, & continue de monter ainſi pendant deux ou

trois jours de mauvais tems, on pourra s'attendre enſuite à une continuité de beau tems.

12°. Lorſque, dans un tems ſerein, le mercure deſcend beaucoup, & qu'il continue à deſcendre ainſi pendant deux ou trois jours, cette variation ſoutenue annonce communément une grande pluie & de grands vents.

13°. Enfin, le mouvement incertain du mercure marque auſſi un tems incertain & variable.

Quoi qu'il en ſoit, on ne peut être trop réſervé dans les inductions que l'on tire des variations du baromètre, puiſque ces variations ne ſont que l'effet de la peſanteur & du reſſort de l'air, différemment variés par les vents, les orages, la chaleur, le froid, l'éruption des volcans, les tremblemens de terre, & en général par tout ce qui peut condenſer & dilater, élever & abaiſſer les colonnes aériennes. Ce n'eſt qu'autant qu'on ſera très-attentif, aux moindres variations de la colonne de mercure, qu'on pourra prévoir, d'une maniere non équivoque, les changemens de tems; il faut, pour cela, faire attention à la figure qu'affecte la colonne de mercure à ſon extrémité, dans les circonſtances où elle commence à baiſſer & à s'élever; car on remarquera qu'elle devient convexe dans le tems qu'elle

s'alonge, & concave, au contraire, lorſqu'elle ſe raccourcit; ſi elle eſt fixe, ce qui a lieu rarement, ſa ſurface alors eſt unie.

Des obſervations journalieres nous annoncent, ſans baromètre, le tems qu'il doit faire. Une couleur rougeâtre, diſperſée çà & là dans les nuées, qui ſe remarquent au coucher du ſoleil, préſage du vent pour le lendemain; au contraire, ſi ce rouge eſt vif & uniforme, il annonce du beau tems.

Lorſqu'après le coucher du ſoleil, le ciel paroît dénué de vapeurs, & que l'on voit les étoiles & les objets éloignés beaucoup plus clairement qu'à l'ordinaire, c'eſt une marque de pluie.

Un autre ſigne de pluie eſt lorſque le ſoleil, après avoir achevé ſa carriere, ſe dérobe à nos regards, environné de nuages pâles, jaunâtres & épais, ou bien encore lorſqu'il ſe couche dans une nuée d'un bleu foncé. On eſt menacé de vent & de pluie, quand le ſoleil, ſur ſon déclin, eſt tout enſemble bleu & rouge, & ſi ſon coucher eſt clair & ſerein, il nous promet du beau tems.

Lorſque le ſoleil, au moment qu'il ſe leve, eſt couvert de taches ou entouré d'un nuage qui ne laiſſe appercevoir que le milieu de ſon diſque, rarement il manque de pleuvoir; mais,

ſi au lever de cet aſtre, on voit ſes rayons percer les nuages & les ſurmonter quelque tems après, on doit attendre une belle journée.

Si les brouillards du matin tombent en roſée, c'eſt un ſigne de beau tems; mais s'ils s'élevent, ils préſagent de la pluie.

Les différentes apparences de la lune nous annoncent auſſi le tems qui doit ſe faire; lorſqu'elle eſt pâle & environnée d'une couronne, elle préſage de la pluie; ſi elle eſt rouge, c'eſt un ſigne de vent; &, quand elle eſt claire & lumineuſe, elle nous promet un tems ſerein. Ces obſervations ſont contenues dans le vers ſuivant:

Pallida luna pluit; rubicunda flat; alba ſerenat;

Ceux qui ſont attention aux divers manéges des animaux, & ſur-tout des oiſeaux, trouvent, dans leur différence, des indices du tems qu'il doit faire; lorſqu'il eſt ſerein, les hirondelles volent très-haut; &, quand il doit pleuvoir, elles raſent preſque la terre, ainſi que la ſurface des eaux. Dans le même tems, la corneille ſe promene ſeule ſur le ſable; la fourmi prévoyante, le long d'un ſentier étroit, tranſporte ſes œufs hors de la fourmilliere; les pourceaux, inquiets, diſſipent, avec leurs grouins, la paille qui leur ſert de litiere, &c.

Les animaux aquatiques nous préſagent auſſi les changemens de tems. On voit, lorſqu'il doit pleuvoir, les canards s'élever ſur la ſurface de l'eau, battre des aîles, ſe plonger entiérement & reparoître auſſi-tôt ; les poiſſons, ſur-tout les carpes, s'élevent auſſi dans ce tems, & ſautent fréquemment ſur la ſuperficie de l'eau ; les grenouilles ſortent & ſe répandent dans les prairies, ou ſe tiennent ſur l'eau.

Certaines pierres poreuſes ſe ramolliſſent conſidérablement quand le tems eſt diſpoſé à la pluie. M. *de Luc*, dans ſon *Eſſai ſur les cauſes des variations du Baromètre*, rapporte qu'on voyoit une pierre, auprès d'Aſſechelleben, à 20 lieues à l'oueſt de Léipſick, qui tenoit lieu de baromètre aux Voyageurs. Lorſque la pluie étoit prochaine, on y plantoit un clou comme dans de l'argile. Quand le beau tems devoit continuer, elle émouſſoit au premier coup ceux qu'on vouloit y planter.

Les habitans de la campagne penſent que la pluie eſt prochaine quand ils voient les mares & les autres eaux croupiſſantes ſe couvrir d'une pellicule verte. Enfin, les jeunes filles, qui le ſoir filent à la lumiere d'une lampe, ſavent la deviner & la prédire, en voyant l'huile pétiller, & une eſpece de mouſſerons ſe former à la mêche.

Les variations du baromètre n'ont pas une étendue égale dans tous les pays ; elles ſont renfermées dans des limites d'autant plus étroites qu'on approche davantage de l'équateur ; leur étendue, qui ſe borne à 5 ou 6 lignes entre les tropiques, augmente ſenſiblement à meſure qu'on approche du pôle, où elle eſt de 3 pouces & plus. Comme les variations de l'atmoſphère ſont la cauſe de celles du baromètre, & que les vents influent beaucoup ſur les premieres, il n'eſt point étonnant que les dernieres ne ſoient très-petites dans les pays où les vents ne varient preſque point, tels que ceux qui ſont ſitués dans la zone torride. Les pays ſeptentrionaux, au contraire, éprouvent des vents très-variables, & par conſéquent le baromètre doit auſſi y être ſujet à de grandes variations. Cependant, on a remarqué, par la comparaiſon du baromètre, en France, en Italie, en Eſpagne & en Angleterre, que les variations du baromètre, principalement lorſqu'elles ſont promptes, y arrivent ordinairement les mêmes jours, quoique ce ne ſoit pas les mêmes vents, & que les degrés de chaleur ſoient différens dans chaque lieu.

La hauteur moyenne du mercure dans le baromètre, eſt de 27 pouces & demi en France, & ſes variations ne s'étendent point comme-

nément au-delà de 2 pouces à Paris ; on l'y voit rarement au-deſſous de 27 pouces moins un quart, ainſi qu'au-deſſus de 29 pouces moins un quart ; mais cette variation du baromètre eſt plus grande dans nos Provinces ſeptentrionales & moindres dans nos Provinces méridionales.

Du Thermomètre.

Le thermomètre eſt un inſtrument qui ſert principalement à faire connoître les changemens de température qui arrivent dans l'atmoſphère, ou à comparer entr'eux les degrés de chaleur & de froid qu'on y reſſent habituellement. On ignore quel a été préciſément ſon premier inventeur ; les uns attribuent à *Galilée* cette importante découverte ; d'autres à *Sanctorius*, Profeſſeur de Médecine dans l'Univerſité de Padoue ; ceux-ci au Pere *Pierre-Paul Sarpi*, célebre Vénitien, plus connu ſous le nom de *Fra-Paolo* ; ceux-là enfin à *Corneille Drebel*, Philoſophe Alchimiſte, né en 1572, à Alcmaer en Hollande.

Ce n'eſt que par degrés & par nuances inſenſibles que les découvertes ſe perfectionnent : le premier thermomètre qu'on a conſtruit conſiſtoit en une boule de verre creuſe & jointe à un

long tuyau de même matiere ouvert à ſon extrémité. Après avoir échauffé la boule, pour raréfier l'air intérieur, on plongeoit verticalement le tube dans un vaſe qui contenoit de l'eau commune, mélangée d'un peu d'eau régale pour l'empêcher de geler en hiver, & de diſſolution de vitriol, qui lui donnoit une couleur verte; enſuite on fixoit l'inſtrument dans cette poſition verticale la boule en haut, le tube en bas, en l'attachant à une planche graduée; l'air contenu dans la boule, ayant été raréfié par la chaleur & chaſſé en partie, l'eau colorée s'élevoit dans le tube, & y conſervoit une même hauteur, tant que la température de l'air ne changeoit pas; mais, quand la chaleur ou le froid augmentoit, cette variation étoit indiquée par l'abaiſſement ou l'élévation de l'eau contenue dans le tube, parce que la force élaſtique de l'air enfermé dans l'inſtrument, venant à augmenter par le chaud ou à diminuer par le froid, repouſſoit en bas, ou laiſſoit monter l'eau contiguë, ſoutenue par la preſſion de l'air extérieur ſur la ſurface de l'eau du vaſe.

On voit aſſez que la variation du poids de l'air extérieur, indépendamment du chaud ou du froid, contribuoit auſſi à faire monter plus ou moins la liqueur dans le tube, &

que,

que, par conſéquent, en faiſant uſage de ce thermomètre, on auroit toujours à conſulter le baromètre pour réduire le premier à la hauteur qu'il indiqueroit, s'il n'étoit pas modifié par la preſſion de l'air extérieur, ce qui ne ſeroit pas un petit inconvénient. Il y auroit bien un moyen d'y remédier, ce ſeroit d'oppoſer au reſſort de l'air compris dans la boule, une colonne de mercure de même hauteur que celle du baromètre, qui monteroit & deſcendroit uniquement par la variation de chaleur ou de froid, & qui n'éprouveroit pas la moindre réſiſtance, parce que le tube communiquant, qui contiendroit le mercure ſeroit vide d'air dans ſa partie ſupérieure; c'eſt un moyen que M. *Balthaſſare* a employé avec ſuccès, comme on peut le voir dans les *Actes de Leipſick, année 1719, page 128.* Mais, malgré cela, le thermomètre dont il eſt ici queſtion, ſeroit une ſource d'erreurs pour chaque Obſervateur, & on ne pourroit rien conclure des obſervations qu'on feroit dans différens lieux avec des inſtrumens de la même eſpece, parce que le tempéré, qui eſt le point d'où l'on part pour graduer ces thermomètres, & pour compter les degrés de chaleur & de froid qui affectent l'air compris dans ces inſtrumens, n'eſt point un terme que l'on puiſſe regarder

comme fixe ; on juge en effet de cette température moyenne de l'air, par l'impreſſion qu'en reçoivent nos organes : or, il eſt *certain* que le ſentiment ne peut nous faire remarquer que les grandes différences, & ne les exprimer que d'une maniere aſſez vague, & par les effets qu'elles produiſent.

D'ailleurs, une infinité de circonſtances particulieres contribuent à nous faire porter un jugement très-fautif ſur le degré de froid ou de chaud de l'air ; tel eſt le vent, l'humidité de l'air, les degrés plus ou moins grands de chaleur ou de froid des jours précédens, l'expoſition des lieux où l'on habite, la conſtitution actuelle du corps, & beaucoup d'autres cauſes particulieres qu'il ſeroit trop long de détailler. Rien n'eſt donc moins fixe que le point qui indique le tempéré ſur le premier des thermomètres, & par conſéquent on ne peut compter que juſqu'à un certain point ſur ſes indications : auſſi ne s'en ſert-on plus depuis long-tems, ſi ce n'eſt dans certaines expériences où ſa ſenſibilité le rend précieux.

Peu de tems après l'invention du thermomètre, parut celui de Florence. Les Savans de l'Académie Del-Cimento, établie dans cette Ville, imaginerent de remplir la boule & une partie du tube avec de l'eſprit-de-vin coloré,

qui eſt une liqueur que la chaleur dilate, & que le froid condenſe aſſez promptement ; ils ſcellerent hermétiquement le tube, c'eſt-à-dire, qu'à la maniere d'*Hermès*, ils amollirent, au feu de la lampe, l'extrémité ouverte du tube, afin que la matiere ſe joignît & s'unît de toutes parts. Après avoir ainſi fermé le paſſage à l'air, ils aſſujettirent le tube ſur une planche, & dans un tems que la température de l'air leur paroiſſoit moyenne, ils marquerent le tempéré à l'endroit où aboutiſſoit alors le filet de liqueur compris dans le tube ; ils diviſerent enſuite la longueur de la planche en un certain nombre de parties égales ; par ce moyen ils eurent une échelle qui meſuroit toute la longueur du tube, en s'étendant au-deſſus & au-deſſous du point qui indiquoit le tempéré.

Comme la liqueur contenue dans la boule de cet inſtrument ſe dilate par la chaleur & ſe condenſe par le froid, la liqueur monte ou deſcend dans le tuyau : on peut donc regarder cet inſtrument comme une meſure de la chaleur, non qu'il faille entendre par-là que l'élévation & l'abaiſſement de la liqueur ſoient réellement proportionnels à l'augmentation ou à la diminution de chaleur, car on n'en eſt pas encore parvenu à ce point ; mais on peut

être assuré que la chaleur augmente ou diminue lorsque la liqueur du thermomètre monte ou descend, & cela aussi long-tems que cette liqueur ne se gele pas.

On comprend fort aisément pourquoi la marche de ce thermomètre est inverse de celle du premier ; on voit que, si la liqueur monte dans celui-ci par le froid, & descend par la chaleur, c'est que la boule qui contient l'air, dont la dilation ou condensation fait descendre ou monter la liqueur, est placée au haut du tube & non au-dessous.

Si le thermomètre de Florence ne faisoit pas, comme le premier, la fonction de baromètre, il en avoit tous les autres défauts : ceux-là n'ont point échappé à la pénétration du grand *Newton*, non plus qu'à celle d'*Amontons*, de *Farenheit*, de *l'Isle*, de *Réaumur*, & d'un grand nombre d'autres Physiciens. Ils ont conçu parfaitement qu'il ne suffit pas d'avoir trouvé une mesure de la chaleur, une mesure même infaillible ; qu'il faut sur-tout qu'elle soit universelle, & qu'elle réveille les mêmes idées dans l'esprit, soit qu'on la construise ou qu'on l'emploie ; qu'enfin il faut nécessairement remplir deux conditions pour parvenir à cette fin ; la premiere, qu'on commence cette mesure d'un point déterminé &

connu : la ſeconde, qu'on établiſſe les degrés de l'échelle ſelon quelque proportion connue & conſtante.

Parmi les différens moyens que l'on peut employer pour arriver à ce but, il n'y en a point qui ſoient comparables à ceux que *Newton* a propoſé, & dont pluſieurs Phyſiciens ſe ſont ſervis avec tant de ſuccès, les uns pour déterminer le commencement de l'échelle de leur thermomètre, d'autres pour déterminer en même tems la proportion ou la grandeur des degrés ; je veux parler de la température de la glace, & de celle de l'eau bouillante, ſur leſquelles les Phyſiciens n'ont pas toujours été d'accord ; car, quoique la température à laquelle la glace ſe forme ou commence à ſe fondre, ſoit conſtante & par-tout la même, cependant *Halley*, *Derham*, *Muſchenbroek*, le D. *Cyrilli*, & quelques autres encore, prétendent que cette température eſt variable, & que la converſion de l'eau en glace exige une température d'autant plus froide qu'on approche davantage du nord ; mais le D. *Martine* & M. *de Mairan* combattent cette opinion, par des expériences qui démontrent inconteſtablement que l'eau réduite en glace a conſtamment, & dans tous les climats, la même température ; c'eſt ce

qui eſt encore parfaitement prouvé, par les expériences de MM. de *Réaumur*, du *Creſt*, de *Luc*: enfin les belles expériences de MM. *Black* & *Lavoiſier*, annoncées dans le Journal de Phyſique, en 1772, confirment la même choſe. Si l'on plonge donc la boule d'un thermomètre qu'on voudra régler, dans de la glace qui fond, & ſi on l'y laiſſe aſſez longtems pour qu'elle en acquiert la température, on pourra commencer l'échelle au point que la liqueur indique alors dans le tube; & ce commencement ſera conſtant, ſi l'on s'y prend toujours de la même maniere. Ayant ainſi ſatisfait à la premiere condition, on pourra ſatisfaire également à la ſeconde, qui conſiſte à déterminer la proportion ou la grandeur des degrés de l'échelle, à quoi M. de *Réaumur* parvient en employant un ſecond point fixe, qui eſt celui de l'eau bouillante.

Quoique l'eau bouille, à différens degrés de chaleur, ſelon qu'elle eſt plus ou moins pure ou plus moins denſe, ou ſelon qu'elle eſt plus moins preſſée par le poids de l'atmoſphère, cependant comme, toutes les fois qu'elle bout, elle a un degré de chaleur qui n'eſt pas ſuſceptible d'augmentation; je penſe, avec le plus grand nombre des Phyſiciens, que la température de l'eau bouillante peut ſervir de terme

de comparaiſon dans la conſtruction des thermomètres, parce qu'en faiſant uſage d'eau diſtillée, qui eſt la plus pure qu'on puiſſe ſe procurer, & en prenant pour regle conſtante de ne la faire bouillir que dans un tems & dans un lieu où la colonne de mercure ſera à une hauteur déterminée dans le baromètre, on retrouvera toujours le même degré de chaleur, lorſque cette eau bouillira. C'eſt en obſervant ces précautions que M. de *Réaumur* n'a pas fait difficulté de regarder, le terme de l'ébullition de l'eau, comme un degré de chaleur conſtant, propre par conſéquent à donner un des extrêmes de l'échelle du thermomètre.

Dans le grand nombre des thermomètres comparables dont on ſe ſert aujourd'hui, celui de M. de *Réaumur* occupe le premier rang; il eſt généralement adopté en Italie, en France, & dans pluſieurs autres endroits.

M. de *Réaumur* s'eſt propoſé un double but dans la conſtruction de ſon thermomètre, & ce but eſt très-philoſophique; il a d'abord voulu déterminer ſon échelle par deux points fixes, l'un pris à la température de la glace pilée, & l'autre à celle de l'eau bouillante; il a voulu enſuite graduer cette échelle de façon que chaque degré exprimât la quantité de

dilatation ou de condenſation du fluide contenu dans la boule & dans le tube du thermomètre. Je n'entrerai pas ici dans le détail des différentes manipulations, qu'exigeoit & que pratiquoit M. de *Réaumur* pour la conſtruction de ſon thermomètre, parce qu'aujourd'hui on s'écarte un peu de la marche qu'il a tracée, l'expérience & l'obſervation ayant appris qu'on pouvoit le faire ſans craindre d'avoir des inſtrumens moins parfaits.

Je vais donner une idée de la méthode que l'on ſuit à préſent pour conſtruire un thermomètre fort exact : on prend un tube de verre, qui eſt de même diamètre dans toute ſa longueur, ainſi qu'on s'en eſt aſſuré, en faiſant couler dans le tube, & ſelon toute ſa longueur, une petite quantité de mercure, & en lui voyant remplir conſtamment le même eſpace. On ſoude, à une des extrémités de ce tube, une petite boule de même matiere, ou mieux un petit cylindre, & par préférence un autre tube un peu plus gros, tourné en ſpirale, c'eſt-à-dire ayant la forme d'un pain de bougie. Cette forme, en expoſant une plus grande ſurface à l'action de l'air ou du liquide dont on prend la température avec le thermomètre, donne plus de ſenſibilité à cet inſtrument.

On remplit enſuite le tube & le réſervoir,

qui eſt ſoudé au bas, avec de l'eſprit-de-vin, dont la peſanteur ſpécifique, ou le degré de ſpirituoſité, eſt connu; il faut que cette liqueur, qui eſt naturellement ſans couleur, ſoit colorée pour devenir ſenſible dans le tube du thermomètre. On ſe ſert, pour cela, d'orſeille, eſpece de mouſſe ou lychen qui croît ſur les rochers, & qui a la propriété de teindre en rouge, lorſqu'elle eſt préparée avec la chaux & l'urine.

Pour parvenir à introduire l'eſprit-de-vin dans le tube, on fait chauffer modérément la boule, le cylindre, ou la ſpirale qui le termine, afin de dilater l'air qui y eſt contenu, & en expulſer une partie; on plonge enſuite l'extrémité du tube dans l'eſprit-de-vin coloré, & l'air extérieur prépondérant porte auſſi-tôt quelques gouttes de cette liqueur dans l'inſtrument: la liqueur étant parvenue dans le réſervoir, on le fait chauffer de nouveau, & juſqu'à ce que la liqueur, qui ne tarde point à bouillir, ſoit réduite en vapeurs. Comme tout liquide réduit en vapeurs occupe un eſpace qui eſt environ 14000 fois plus grand que dans l'état de liqueur, on conçoit que cette maniere de faire le vide eſt aſſez exacte. Quand on croit la liqueur dans le plus grand degré d'expanſion, on plonge bruſquement le tube dans l'eſprit-

de-vin dont on veut le remplir, & on le voit ſe porter avec impétuoſité dans l'inſtrument; il ne le remplit cependant pas entiérement: ſi le réſervoir eſt ſphérique, une petite bulle d'air fait ſolution de continuité entre la liqueur du réſervoir & celle du tube: ſi le réſervoir, au contraire, a la forme ſpirale, on y voit pluſieurs bulles d'air diſperſées. Il eſt important, dans l'un & l'autre cas, d'exclure tout air interpoſé dans la liqueur. Pour y parvenir, on fait mouvoir circulairement le thermomètre, en tenant à la main l'extrémité du tube, ou mieux une ficelle qu'on a liée deſſus; l'air, ayant moins de denſité que la liqueur, eſt moins maîtriſé par la force centrifuge. En conſéquence, il eſt porté vers le centre de la rotation, c'eſt-à-dire repouſſé vers l'extrémité du tube, & la liqueur, après cette opération, n'offre plus de ſolution de continuité entre ſes parties.

L'inſtrument étant rempli de liqueur juſqu'au tiers ou environ de la longueur du tube, on plonge la boule ou la ſpirale dans un bain de glace pilée, la liqueur deſcend dans le tube juſqu'à ce qu'elle ait acquis la température de la glace; elle s'arrête donc à un point que l'on marque avec un fil lié ſur le tube, afin de le retrouver au beſoin: ce point une fois

déterminé, il conviendroit de prendre celui de l'eau bouillante; mais l'eſprit-de-vin ne ſupporte point un auſſi grand degré de chaleur ſans ſe réduire en vapeurs; il n'en eſt pas de même du mercure; ce fluide, incomparablement plus denſe que l'eau, ne bout & ne ſe réduit en vapeurs qu'à un degré de chaleur qui eſt bien ſupérieur à celui qui fait bouillir l'eau; auſſi a-t-on imaginé de conſtruire des thermomètres à mercure, & de les graduer de la maniere que je vais dire, en ne m'écartant point du but que je me ſuis propoſé, qui eſt de ne parler que des thermomètres de M. de *Réaumur*.

La quantité ſuffiſante de mercure étant introduite dans l'inſtrument, & bien purgée d'air par le moyen du feu, on entoure la boule ou la ſpirale de glace pilée, &, lorſque le mercure ceſſe de deſcendre dans le tube, on marque la hauteur à laquelle il eſt ſtationnaire; c'eſt le terme de la glace. Pour avoir celui de l'eau bouillante, on plonge enſuite le même inſtrument dans une cafetiere remplie d'eau; on poſe cette cafetiere ſur le feu pour y faire bouillir l'eau, avec les précautions qu'il convient d'avoir dans cette circonſtance, pour que le point de l'eau bouillante qu'on ſe propoſe de prendre ſoit fixe & conſtant. Le

mercure s'étant dilaté dans l'inſtrument pendant l'ébullition de l'eau, & s'étant enfin fixé, on marque, avec un fil, l'endroit correſpondant du tube; on caſſe enſuite celui-ci, & on le ferme hermétiquement à 2 ou 3 pouces au-deſſus du point de l'eau bouillante, ce que l'on fait avant que le mercure ait baiſſé ſenſiblement dans le tube, afin de n'y renfermer que fort peu d'air. Cela fait, on applique l'inſtrument ſur la planche ou le papier que l'on deſtine à ſa graduation; on y marque les deux points qui correſpondent aux fils, & enfin on diviſe l'eſpace, qui eſt limité par ces deux points, en 80 parties égales, que l'on diſtingue par des chiffres de 5 en 5, obſervant que le zéro de l'échelle réponde au terme de la glace, & le 80e. degré à celui de l'eau bouillante. Pour que le thermomètre ſoit d'un uſage fort étendu, on prend la grandeur d'un de ſes degrés, & on continue l'échelle en deſſus & en deſſous des deux points fixes, en comptant 1, 2, 3, 4, 5, &c. depuis le point de congélation juſqu'à la boule ou la ſpirale, & 81, 82, 83, &c. depuis le point de l'ébullition de l'eau juſqu'à l'extrémité du tube.

Le thermomètre à mercure eſt une eſpece d'étalon pour tous les thermomètres à l'eſprit-de-

vin que l'on veut graduer de la même maniere ; car, après avoir marqué ſur ceux-ci le point de la glace, aulieu de les plonger dans de l'eau bouillante, pour avoir un ſecond point, & de déterminer par là la grandeur & la proportion des degrés de l'échelle, on ſe contente de les placer à côté du thermomètre à mercure dont je viens de parler, & on les laiſſe dans cette ſituation ſuffiſamment de tems pour qu'ils prennent la température de l'endroit où ils ſont renfermés ; lorſqu'ils l'ont acquiſe, on marque, ſur le tube de chaque thermomètre à l'eſprit-de-vin, la hauteur à laquelle la liqueur eſt élevée, & on écrit à côté le degré de chaleur indiqué en ce moment par le thermomètre à mercure ; de ſorte que, ſi ce dernier indique alors une température de 12 degrés, il ne s'agit, pour graduer uniformément les thermomètres à eſprit-de-vin, que de diviſer, en 12 parties égales, l'eſpace limité ſur chacun d'eux, ou compris entre le terme de la glace & le point qu'on vient de marquer, & de prendre enſuite la grandeur de l'un de ces degrés ſur chaque thermomètre, pour continuer ſon échelle en deſſus & en deſſous des 12 diviſions qu'on vient de faire.

Voilà à quoi ſe réduit la conſtruction des thermomètres à mercure & à eſprit-de-vin,

ſelon M. de *Réaumur*. Ces thermomètres, qui ſont les plus exacts de tous ceux qu'on a imaginés juſqu'à préſent, ont un défaut qui leur eſt commun avec tous les autres; c'eſt que le verre de ces inſtrumens ſe dilate par la chaleur, & qu'alors la liqueur, au lieu de monter dans le tube, proportionnellement à la dilatation qu'elle éprouve, doit deſcendre en partie : le contraire arrive quand il fait froid; il faudroit, pour corriger ce défaut, donner, au verre, une figure qui fût telle que ce verre, en ſe dilatant, n'augmentât pas en volume ou capacité, & ne diminuât pas en ſe condenſant; mais ce moyen nous paroît peu pratiquable. *Boerhaave* en a bien propoſé un autre, mais ſi minutieux & ſi ſujet à erreur, qu'on y a renoncé.

Le défaut que nous reprochons ici à tous les thermomètres mérite peu d'attention, en comparaiſon de celui-ci; ils n'indiquent que la différence de température, tandis que, ſelon l'étymologie du nom qu'on donne à ces inſtrumens, ils devroient exprimer les vrais degrés de chaleur, la chaleur abſolue. Pour que les thermomètres pûſſent remplir ce ſecond but, il faudroit que l'on eût déterminé 1°. le degré auquel il n'y a aucune chaleur dans la nature, ou le vrai zéro de l'échelle de ces

inſtrumens ; 2°. un fluide indiquant, par des dilatations égales ou du moins conſtantes, des différences égales de chaleur ; de ſorte que ſi, par exemple, on avoit déterminé au juſte le vrai zéro, le 48e. degré exprimât une chaleur double de celle qu'indique le 24e. degré : mais le degré du froid abſolu eſt auſſi impoſſible à déterminer que l'époque du repos abſolu ; car, ſuppoſer dans la nature une ceſſation totale de chaleur, c'eſt ſuppoſer une ceſſation de mouvement, puiſque le mouvement paroît être la cauſe productrice de toute chaleur ; il n'eſt pas donné non plus aux Phyſiciens de prononcer ſur l'eſpece de fluide qu'il faudroit employer dans la compoſition des thermomètres. Il eſt aſſez vraiſemblable qu'il n'exiſte point de fluide dont des dilatations égales expriment des degrés égaux de chaleur, au moins n'en connoiſſons-nous pas juſqu'à préſent ; il eſt cependant certain que le mercure eſt de tous les fluides celui dont d'égales dilatations conviennent le mieux avec des augmentations égales de chaleur ; que la loi des dilatations du mercure differe réellement peu de la loi de la vraie chaleur, & même ſi peu, que ces loix peuvent être priſes l'une pour l'autre en bien des occaſions ; c'eſt ce que M. de *Luc* a prouvé par une ſuite d'admirables expériences, ſur

l'exactitude desquelles il ne sauroit y avoir de doutes. On peut donc, en bien des cas, regarder les degrés du thermomètre à mercure comme s'ils exprimoient en effet les vrais degrés de chaleur, sans craindre de tomber en de grandes erreurs ; mais toujours dans la supposition que le zéro de son échelle n'est pas fort éloigné du vrai zéro de la Nature : ce qui n'est pas reçu de tous les Physiciens.

Quoi qu'il en soit des défauts qui peuvent encore rester aux thermomètres, malgré les recherches des Physiciens, ces instrumens sont très-utiles ; leur usage s'étend à la végétation, aux procédés chimiques, à la santé des hommes, &c. c'est par le moyen d'un thermomètre qu'on parvient à régler le degré de chaleur convenable pour la conservation des plantes dans les serres, pour celle des liqueurs & des fruits dans une étuve ; c'est par le secours du thermomètre qu'on connoît le degré de chaleur propre pour faire éclore les poulets, les vers-à-soie, & qu'on décide de la température des bains, & de celle de l'air convenable dans la chambre d'un malade ; on s'en sert encore pour comparer la chaleur des différentes eaux thermales, celle des eaux ordinaires, des huiles, des graisses bouillantes, & des métaux fondus.

Avant

Avant l'invention des thermomètres, on ne déſignoit les plus grands froids & les plus grandes chaleurs que par le ſentiment & les effets qu'ils produiſent ſur les corps, & les Hiſtoriens n'ont parlé de ces grands froids que lorſqu'ils ont été aſſez conſidérables pour faire mourir les hommes & les animaux, & geler les plantes & les arbres; quand les neiges ont été plus abondantes qu'à l'ordinaire; que les rivieres & quelquefois des endroits de la mer ont été glacés, comme dans les hivers des années 859 & 864 de l'Ere Chrétienne, pendant leſquelles la mer Adriatique fut gelée en partie, ſuivant ce que rapporte *Calviſius*, ſavant Chronologiſte: la même choſe arriva, ſelon *Sydenham*, en 1709.

Les premiers excès de froid, que l'on ait obſervés par le moyen des thermomètres, ſont ceux de 1695, 1709 & 1716. En rapportant ces degrés de froid au thermomètre de M. de *Réaumur*, le froid de 1709, à Paris, étoit de 15 degrés & demi au-deſſous du terme de la congélation; celui de Leyde à 12 degrés; celui d'Iſlande à 14, quoique dans une latitude beaucoup plus reculée. Pendant long-tems on ne connut pas de plus grands froids; &, comme on ſavoit que le froid eſt ordinairement plus grand à meſure que les climats ſont

plus voiſins des pôles, on crut avoir un des plus grands froids qu'il fût poſſible, en obſervant celui de 1709 en Iſlande.

Cependant M. de *l'Iſle*, de l'Académie Royale des Sciences de Paris, étant à Pétersbourg, le 27 Janvier 1733, obſerva que, dans cette Ville, ſituée à 59 degrés 56 minutes de latitude, ſes thermomètres étoient deſcendus à un point qui répond à 27 degrés au-deſſous de la congélation dans celui de M. de *Réaumur*. Dans l'hiver de 1748, le thermomètre deſcendit, dans le même lieu, à 30 degrés. Le 6 Janvier 1760, il y deſcendit à 40 degrés, & remonta, au mois d'Avril, pour la premiere fois de l'hiver, à 15 degrés & demi, qui eſt le froid que l'on reſſentit ſi vivement en France en 1709. L'hiver de 1781 fit éprouver, dans les pays du Nord, un froid très-rigoureux ; dès le mois de Novembre les rivieres étoient glacées, & la neige y fut très-abondante ; la température de Décembre fut humide & chaude ; mais le froid revint ſi ſubitement que, les 6 & 7 Janvier, le thermomètre de M. de *Réaumur* deſcendit, à Pétersbourg, à 36 degrés au-deſſous du terme de la glace, & l'on trouva pluſieurs perſonnes mortes de froid ſur les chemins & dans les rues de cette Capitale : cet hiver avoit été ex-

trêmement doux en France juſqu'à cette époque ; mais alors il s'éleva un vent de biſe ſi froid, que pendant 10 à 12 jours, on éprouva une très-forte gelée, quoique le ciel fut ſans nuages pendant tout ce tems ; le thermomètre deſcendit à 10 & 11 degrés, & les rivieres furent glacées au point de ſupporter le paſſage des voitures.

Dans la relation du Voyage que firent les Académiciens au cercle polaire, pour la meſure d'un degré du Méridien, M. de *Maupertuis* nous apprend qu'il y a vu geler habituellement l'eſprit-de-vin, & deſcendre le thermomètre de mercure à 38 degrés au-deſſous du terme de la glace ; c'eſt ce qui a fait dire, à M. de *Réaumur*, que la congélation de l'eau ſembloit être le terme moyen des degrés qui marquent la chaleur la plus exceſſive & les froids les plus rigoureux des pays habités. M. de *Maupertuis* remarque encore que le froid, à Tornéo, étoit ſi vif au mois de Janvier 1737, que, lorſqu'on ouvroit la porte d'une chambre chaude, la vapeur qui s'y trouvoit étoit ſur le champ convertie en neige par l'air du dehors, qui en formoit de gros tourbillons blancs ; la neige, dans ces cantons, tombe quelquefois en grande abondance, & eſt jetée ou éparſe avec tant d'impétuoſité, qu'en un

moment tous les chemins ſont couverts, & il eſt impoſſible de les reconnoître.

Les degrés de froid, éprouvés au cercle polaire, ſont un véritable printems pour les pays que MM. *de l'Iſle* & *Gmelin* ont parcourus, par l'ordre de l'Impératrice des Ruſſies ; car ces Savans y ont vu ſouvent deſcendre le thermomètre de M. de *Réaumur* depuis 50 juſqu'à 70 degrés au-deſſous de la congélation ; ce froid de 70 degrés a été obſervé à Yeniſeiſch, en Sibérie, le 16 Janvier 1735 ; cependant les hommes, ceux mêmes qui ne ſont point nés dans ces climats glacés, y vivent, ainſi qu'une infinité d'inſectes & d'animaux ; & la *Flora Siberia*, dont M. *Gmelin* nous a donné la deſcription, ne permet pas de douter qu'une multitude de plantes n'y croiſſent & n'y portent des fleurs & des fruits. Cela poſé, combien de degrés de froid ne faudra-t-il pas encore admettre avant que d'arriver à celui où la Nature, totalement engourdie, ſeroit ſans mouvement, & rentreroit dans le néant ?

Si le froid naturel ne nous a point encore fourni de preuves qui puiſſent réaliſer cette conjecture, nous en trouverons dans les procédés qu'on a employés pour produire des froids artificiels, auxquels on ne ſe ſeroit jamais

attendu ; je ne rapporterai ici que les réſultats des expériences étonnantes qui furent faites à ce ſujet, par M. *Braun*, en préſence de l'Académie Impériale de Péterſbourg, le 25 Décembre 1759 & le 6 Janvier 1760.

Dans les premieres de ces expériences, le froid artificiel parvint à 170 degrés $\frac{2}{3}$ au-deſſous de la congélation, ſelon l'échelle de M. de *Réaumur* ; mais, dans celles du 6 Janvier 1760, ce froid artificiel fut porté, de proche en proche, à 260 degrés au-deſſous du même terme, & l'on ne ſait juſqu'où auroit été ce progrès, ſi la boule du thermomètre de M. *Braun*, qui étoit déjà fêlée en quelques endroits, n'étoit tombée en morceaux à cette derniere épreuve ; auſſi le froid naturel, qu'on jugeoit excluſif à 29 degrés le 25 Décembre précédent, avoit-il augmenté d'environ 2 degrés le 6 Janvier, c'eſt-à-dire que le thermomètre, expoſé à l'air libre, y étoit deſcendu à 31 degrés au-deſſus du terme de la congélation ; le mercure, tombé avec la boule du thermomètre, fut trouvé alors dur & malléable comme du plomb dans toutes les parties de ſa maſſe.

Voici de quelle maniere ces expériences ont été faites : on verſe, dans un verre à boire, juſqu'à la moitié, de l'acide nitreux fumant ;

on y jette enſuite une égale quantité de neige, & on remue le tout juſqu'à ce qu'il ait acquis la conſiſtance d'une bouillie aſſez épaiſſe ; d'abord ce mélange s'échauffe ; mais enſuite, & très-promptement, il contracte un degré de froid prodigieux & ſuffiſant pour congeler le mercure : une circonſtance importante, & qui n'a pas échappé à M. *Braun* dans ſes expériences, c'eſt que le froid, produit artificiellement, eſt d'autant plus grand que le froid naturel de l'air l'eſt davantage : d'après cela, on ne ſera pas ſurpris que ces mêmes expériences ne réuſſiſſent pas pleinement dans ces pays-ci, quoique répétées pendant les plus grands froids.

L'hiver de 1776 ne fut pas rigoureux pour le nord, relativement au climat ; mais il le fut exceſſivement pour Paris & preſque toute la France. Il gela, ſans interruption, depuis le 9 Janvier juſqu'au 2 Février ; le jour le plus froid à Paris, qui fut le 29 Janvier, le thermomètre de M. de *Réaumur* deſcendit à 16 degrés $\frac{1}{4}$ au-deſſous de zéro, à 7 heures un quart du matin, par un vent d'eſt ; ce même jour, le thermomètre, gradué ſuivant la même méthode, n'étoit, à Péterſbourg, qu'à 16 degrés ; le 18 Janvier fut, dans cette Ville, le jour de la plus grande gelée ; le

thermomètre à mercure deſcendit à 26 degrés trois quarts ; la Newa étoit encore gelée le 10 Avril, & les voitures la traverſoient ſans danger ; cette riviere ne commença à dégeler que le 28 du même mois.

Le ſoleil, par ſa préſence, eſt la cauſe de la chaleur que nous reſſentons, & ſon abſence nous occaſionne le froid ; mais il y a bien d'autres cauſes qui font varier la température de l'air, la poſition des terres, leur nature ou les ſubſtances qu'elles renferment, la population, le défrichement, la culture, la proximité ou l'éloignement des mers, des forêts, le nombre & l'étendue des rivieres, des lacs, des marais, des étangs, les vents réglés ou inconſtans, les volcans, les feux ſouterrains. Toutes ces cauſes procurent un plus grand degré de chaleur ou de froid ; & on ne doit pas être étonné de lire ou d'entendre que dans certains endroits le froid ou la chaleur ſoient différens que dans d'autres lieux ſitués ſous les mêmes parallèles, ou à la même diſtance de l'équateur.

Si l'on peut vivre dans des pays où la température de l'air fait deſcendre le thermomètre de M. de *Réaumur* juſqu'à 70 degrés au-deſſous du terme de la congélation, les hommes & les animaux peuvent également ſoutenir des degrés de chaleur bien plus conſidé-

rables que ceux que nous pourrions aſſigner. Dans la zone tempérée, où nous habitons, nous n'arrivons que par degrés du froid extrême de l'hiver à la chaleur exceſſive de l'été; ce paſſage eſt très-lent, & il occupe l'eſpace de pluſieurs mois; voilà pourquoi nous n'avons point d'idée d'un degré extrême qui ſoit, pour ainſi dire, le *nec plus ultra* de notre ſenſation. Cela eſt ſi vrai, que lorſque ce paſſage eſt ſubit, comme il arrive quelquefois dans certains jours d'été, nous nous récrions ſur la chaleur, quand la liqueur du thermomètre monte, par exemple, à 23 ou 24 degrés; & ces 23 ou 24 degrés nous ſemblent enſuite marquer un air aſſez tempéré, lorſque nous avons cette chaleur après des jours où la liqueur a monté à 29 ou 30 degrés, tandis qu'il y a des pays où l'on a à ſoutenir des chaleurs de 38 degrés, comme dans le Sénégal.

Nous devons avoir de la peine à concevoir que des hommes de notre pays puiſſent réſiſter à une pareille chaleur, nous qui étouffons même dans nos appartemens les plus frais, lorſqu'il arrive, ce qui eſt bien rare, que l'air extérieur faſſe monter le thermomètre aux environs de 29 degrés $\frac{1}{2}$; voilà cependant 8 degrés $\frac{1}{2}$ par-delà une chaleur qui nous permet à peine de reſpirer; &, ce qui doit rendre encore les

chaleurs du Sénégal plus difficiles à ſoutenir que ne ſont celles de pluſieurs autres pays ſitués auſſi près de la ligne, tel que Pondichéri, c'eſt que les variations en ſont conſidérables; le paſſage d'un air, qui ſeroit tempéré dans certains pays, a un air brûlant, y eſt aſſez prompt; car on remarqua que de 38 degrés $\frac{1}{4}$ où la liqueur s'étoit élevée le 12 Avril, elle étoit deſcendue le 15 à 14 degrés, & il eſt à préſumer qu'elle s'éleve dans certains tems auſſi bruſquement qu'elle étoit deſcendue dans celui qui fait le ſujet de notre obſervation.

L'éducation, l'habitude que nous avons contractée de jeuneſſe, peut mettre notre corps à l'épreuve de très-grands degrés de chaleur ou de froid, ſans qu'il paroiſſe en ſouffrir. Les expériences que M. *Tillet* a faites ſur cette matiere, ſont trop curieuſes pour que je ne les faſſe pas connoître.

MM. *Duhamel* & *Tillet* ſe chargerent, en 1760 & 1761, de détruire un inſecte qui dévoroit les grains de l'Angoumois (1). Le moyen qu'ils employerent conſiſtoit à faire périr l'inſecte dans le grain avant qu'il l'eût encore beaucoup endommagé, & cela en faiſant paſſer les bleds

(1) Mémoires de l'Académie Royale des Sciences, année 1764.

au four, & en leur faiſant éprouver un degré de chaleur que l'animal ne pût pas ſoutenir. Tandis qu'ils faiſoient l'expérience, dans un four banal, il ſe trouva, parmi les ſpectateurs, une fille attachée au ſervice du four qui s'offrit, à M. *Tillet* pour entrer dans le four, & y marquer la hauteur du thermomètre que ce Savant deſiroit de connoître.

M. *Tillet* fut effrayé de la propoſition de cette fille, & comme il héſitoit à l'accepter, cette fille ſourit & entra dans le four, munie d'un crayon qu'il lui donna. Quoique la chaleur du four fut preſque triple des plus grandes chaleurs que nous éprouvons dans ce climat, la liqueur du thermomètre étoit montée effectivement à 112 degrés, & marquoit par conſéquent une chaleur plus grande que celle de l'eau bouillante; cette fille cependant, ne ſortit du four qu'après y avoir demeuré près d'un quart-d'heure; elle en ſortit ayant le viſage fort rouge, mais ne paroiſſant pas plus incommodée qu'on ne l'eſt quelquefois dans les grandes chaleurs de l'été, & n'ayant rien ſur-tout de pénible, ni de précipité dans la reſpiration. Ces expériences furent répétées l'année ſuivante par M. *Marantin*, Commiſſaire des guerres, à qui M. *Tillet* s'adreſſa, & il fut bien prouvé que les perſonnes habituées à ſouffrir la cha-

leur du four, peuvent la ſupporter, ſans incommodité, 10 minutes lorſque le thermomètre marque 112 degrés, & que quand il va à 130 degrés, elles ne peuvent y reſter que 5 minutes. Ces expériences ſurprenantes engagerent M. *Tillet* à les répéter ſur des animaux; on en peut voir le détail dans ſon Mémoire; d'où il réſulte que les hommes & les animaux peuvent ſoutenir des degrés de chaleur bien ſupérieurs à ceux qu'on auroit pu penſer, & que l'incommodité qu'ils en reçoivent n'a pas pour cauſe principale l'air trop chaud qu'ils reſpirent, mais plutôt celui qui les entoure & qui les pénetre de toutes parts.

Les obſervations que l'on a faites, du thermomètre de M. de *Réaumur*, dans les pays fort éloignés & ſitués à des latitudes très-différentes, nous ont inſtruit d'un fait qui n'eſt pas moins étonnant que celui que je viens de rapporter; c'eſt que le degré de chaleur, en été, eſt le même par-tout; que la liqueur du thermomètre ne monte pas plus haut ſous la ligne que ſous le cercle polaire; que l'on peut paſſer la ligne, habiter des pays ſitués entre les tropiques, ſans courir riſque d'être expoſé à des chaleurs inſupportables. Le plus grand degré de chaleur que M. *de la Condamine* ait éprouvé au Pérou, ſitué ſous la ligne, fut de

28 degrés, terme de chaleur qui n'eſt point extraordinaire dans notre climat, où la liqueur s'éleve ſouvent plus haut. Il y a plus, on éprouve, ſur les montagnes du même pays, de très-grands froids, qui vont juſqu'à faire deſcendre la liqueur à 4 ou 5 degrés au-deſſous de la congélation.

Mais, ſi la liqueur du thermomètre ne s'éleve pas plus haut entre les tropiques que dans ce pays-ci, elle y éprouve auſſi bien moins de variation du matin au ſoir, de maniere que la chaleur y eſt bien plus conſtante, & par conſéquent bien plus ſenſible que dans notre climat.

De l'Hygromètre.

Les Phyſiciens ne ſe ſont pas contentés de chercher à connoître les degrés de peſanteur & de température de l'atmoſphère, ils ont voulu auſſi déterminer & comparer ſes différens degrés de ſéchereſſe & d'humidité; de-là l'invention de l'*hygromètre*, autrement appelé *notiomètre*.

On igore en quel tems on a fait la découverte de cet inſtrument, & à qui on la doit; car on ne peut ajouter foi à ce que l'hiſtoire rapporte à ce ſujet. Elle nous apprend qu'en élevant un obéliſque à Rome, ſous le

Pontificat de *Sixte V*, l'Entrepreneur s'étant trouvé embarraſſé parce que les cordes étoient un peu trop longues, quelqu'un cria *mouillez les cordes*, & que cet expédient ayant été tenté, réuſſit parfaitement. Ce fait, que M. l'Abbé *Nollet* regarde comme apocryphe, quoique perſonne n'en conteſte la poſſibilité, ſuppoſe qu'on connoiſſoit alors l'effet de l'humidité ſur les cordes, & qu'on pouvoit s'être déjà ſervi de ces dernieres pour faire des hygromètres; une autre raiſon pour le penſer, c'eſt que le premier inſtrument de ce genre qui ſoit parvenu à notre connoiſſance, étoit fait avec une corde de chanvre.

A quelque tems que remonte l'invention de l'hygromètre, & quel qu'en ſoit l'auteur, il eſt conſtant que l'humidité gonfle les cordes & diminue leur longueur. Ainſi, on aura un hygromètre, ſi on expoſe à l'air libre, à l'abri de la pluie, une corde perpendiculaire de 5 ou 6 pieds, au bout de laquelle pende une eſpece d'aiguille ou de poids qui réponde à une planche graduée; l'humidité de l'air fera monter le poids, la ſéchereſſe le fera deſcendre.

On peut auſſi tendre, médiocrement & horizontalement, contre un mur, en air libre, une corde de 10 à 12 pieds; ſi on ſuſpend, par un fil de laiton, un poids au milieu de

cette corde, ce poids tiendra lieu d'un *index* ; il marquera ſur une échelle, diviſée en pouces & en lignes, les degrés d'humidité en montant, & ceux de la ſéchereſſe en deſcendant. La corde employée dans les deux cas peut être de chanvre, de ſparterie, de crin, de laine, de ſoie ou de boyaux tortillés.

Si vous attachez deux cordes de violon ou de baſſe, de même groſſeur & de même longueur, ſur une longue planche, & que vous les ſouleviez par deux chevalets de même hauteur, il eſt évident qu'elles ſeront à l'uniſſon ; ſi vous tendez l'une plus que l'autre, elle rendra un ſon plus aigu. D'après ces principes de Phyſique, on conſtruit un hygromètre très-ſimple, qui peut ſervir pour ceux qui ſont privés de la vue ; on attache une de ces cordes, parfaitement égales en groſſeur & en longueur, à un anneau ovale d'un bois très-poreux, dans le ſens de ſon grand diamètre, & on la met à l'uniſſon avec l'autre. Il eſt certain que le bois venant à ſe gonfler, il doit tendre la corde à boyau. Lors donc qu'on veut ſavoir ſi le tems eſt humide, il n'eſt queſtion que de pincer les deux cordes ; ſi celle fixée à l'anneau rend un ſon plus aigu, c'eſt qu'alors l'air eſt plus humide que le jour qu'elles étoient à l'uniſſon.

Le P. *Merſenne* jugeoit de l'humidité de l'air par un moyen peu différent de celui que je viens de faire connoître. Ce Phyſicien montoit une corde de luth ſur un ton donné par ſon diapaſon, enſuite il l'expoſoit à l'air libre. Le ton qu'elle rendoit, lorſqu'il venoit à la pincer, étoit-il plus bas ; il en concluoit que l'air étoit plus ſec, & plus humide ſi le ton montoit.

Le P. *Magnan*, Minime, faiſoit un hygromètre avec un épi d'avoine ſauvage parfaitement mûr. *Toricelli* ſe ſervoit de paille d'avoine ; cette plante a en effet la propriété de ſe tordre plus ou moins, ſelon que l'air eſt plus ou moins humide ; mais elle perd cette propriété avec ſa fraîcheur. La corde à boyau la conſerve davantage ; *Sturmius* ne l'ignoroit pas ; ce Phyſicien Hollandois en avoit ajûſté une au fond d'une boîte, qui, en ſe tordant, faiſoit mouvoir une petite figure, laquelle indiquoit l'humidité ou la ſéchereſſe de l'air. On voit encore aujourd'hui des hygromètres conſtruits ſur le même principe ; je veux parler de ces eſpeces de maiſonnettes, dans leſquels on établit deux petites figures qui ſortent alternativement par deux portes.

Peu ſatisfaits de ces inventions, les Membres de l'Académie *del Cimento* imaginerent

de remplir, de neige ou de glace pilée, un vaiſſeau conique, & de le placer au-deſſus d'un autre vaiſſeau cylindrique, deſtiné à recevoir la quantité d'eau réſultante de la condenſation des vapeurs de l'air, produite par le contact de ce fluide avec le vaiſſeau conique ; celui-ci ayant une température plus froide, l'humidité de l'air ſe manifeſtoit par des gouttelettes d'eau qui ſe formoient ſur la ſurface du vaiſſeau conique, & qui couloient à proportion dans le vaſe cylindrique ou on en déterminoit la quantité le plus exactement poſſible. Ce moyen hygrométrique, dont il eſt parlé fort au long dans l'Ouvrage intitulé *Tentamina Florentina*, n'eſt point applicable dans le cas où la température de l'air ſeroit auſſi froide que celle de la glace, parce qu'alors l'humidité de l'atmoſphère ne ſe condenſeroit point ſur les parois du vaiſſeau conique.

Voici une autre maniere de conſtruire un hygromètre, qui fut fort en vogue parmi quelques Phyſiciens du dernier ſiécle. A une balance très-mobile, on met en équilibre une éponge ou un paquet de coton cardé, imbibé d'une diſſolution de ſel de tartre : comme cette matiere ſaline s'empare de l'humidité de l'air, l'excès de poids qu'elle en reçoit, dans un tems donné,

donné, eſt pris pour la meſure de cette humidité, mais à tort, puiſqu'on ne connoiſſoit point l'état primitif de l'air.

Les Anglois imaginerent, ſur la fin du dernier ſiécle, un hygrométre à planches; il étoit compoſé de deux petits ais de ſapin fort minces, qui ſe mouvoient dans deux couliſſes; ſuivant que, par la ſéchereſſe ou l'humidité de l'air, ils s'enfloient ou ſe retiroient; ce mouvement faiſoit tourner une aiguille placée au milieu d'un des ais, & cette aiguille marquoit la ſéchereſſe ou l'humidité de l'air.

Le cuir, le parchemin, le papier, ſont encore des matieres que les Phyſiciens ont adopté pour faire des hygrométres; mais l'expérience leur a appris que tous ces inſtrumens ſont ſujets à des défauts qui naiſſent de la nature des ſubſtances avec leſquelles on les fait, & qui ſont, juſqu'à un certain point, inévitables.

Le défaut le plus conſidérable des hygrométres, c'eſt qu'ils annoncent rarement avec exactitude l'humidité de l'air du tems pendant lequel on les obſerve; mais une combinaiſon particuliere de l'humidité de l'air dans le tems paſſé avec celle du préſent; je m'explique, un hygrométre paſſe, comme l'air, du ſec à l'humide; mais le premier ne ceſſe pas de ſe charger d'humidité, quoique celle de l'air n'aug-

mente plus ; ce qui arrive parce que l'humidité de l'air s'applique toujours à la ſurface de l'hygromètre, & s'ajoute à celle dont il étoit pénétré ; l'humidité agit alors ſur l'hygromètre, comme la peſanteur ſur les graves, ſa cauſe eſt toujours active : d'où il réſulte que, quand l'humidité a été forte, elle peut diminuer ſans empêcher l'hygromètre d'aller à l'humide.

Un autre défaut, commun à tous les hygromètres, c'eſt que les corps avec leſquels on peut les faire, ne ſont pas parfaitement élaſtiques, & par conſéquent qu'ils ne pourront pas reprendre exactement leur premier état, quand les cauſes qui les en ont tirées ne ſubſiſteront plus, & revenir préciſément à celui qu'elles leur avoient donné, quand elles agiront de nouveau.

Enfin, toutes les matieres qu'on emploie pour les hygromètres ſont en même tems thermomètres ; l'action du froid ou de la chaleur change la place de leurs parties, dérange les impreſſions de l'humidité ſur elles ; la dilatation que la chaleur occaſionne ; le reſſerrement que le froid cauſe, changent encore les loix que l'impreſſion ſeule de l'humidité devroit ſuivre.

Il réſulte, de toutes ces conſidérations, que

les corps, les plus propres pour faire des hygromètres comparables, ſeront très-minces & auſſi élaſtiques qu'il ſera poſſible, afin de pouvoir ſe retrouver exactement dans les mêmes circonſtances, aux mêmes points; que ſi ces corps ſe ſaiſiſſent avidement de l'humidité, ils puiſſent auſſi facilement la laiſſer échapper, & qu'il importe ſur-tout de pouvoir apprécier l'effet que la chaleur & le froid produiſent ſur eux, afin de le ſéparer de celui de l'humidité.

Entre les diverſes tentatives qu'on a faites juſqu'à préſent pour trouver un hygromètre qui eût toutes ces qualités, celles de M. de *Luc* n'ont pas été ſans quelques ſuccès; ce Phyſicien, l'un des plus éclairés de ce ſiécle, a d'abord porté ſes recherches ſur une matiere qui joignît, à la propriété de ſe dilater & de ſe contracter par l'humidité & la ſéchereſſe, un degré d'élaſticité dont ces mouvemens oppoſés ne puſſent pas diminuer l'énergie. Il a cru trouver, dans l'ivoire, les qualités qu'il deſiroit, & voici comment il met en œuvre cette matiere; il prend un thermomètre, &, à la boule, il ſubſtitue un cylindre creux d'ivoire, qu'il ſcelle avec de la gomme laque ou du maſtic, puis il charge cet appareil de mercure comme pour un thermomètre,

avec cette différence qu'il ne ſcelle pas l'extrémité ſupérieure du tube, & qu'il ſe contente de la boucher avec de la laine ou avec un morceau d'éponge fine ; l'effet de cet inſtrument eſt facile à ſaiſir. L'humidité, en dilatant les fibres du cylindre d'ivoire, en augmente la capacité, & alors la colonne de mercure doit baiſſer ; la ſéchereſſe qui contracte ces mêmes fibres, diminue la capacité du cylindre, & le mercure doit monter ; il ne s'agit plus que de graduer cet inſtrument, & la difficulté n'eſt pas légere ; elle ne conſiſte pas ſeulement à déterminer des points fixes, il faut encore trouver la compenſation d'une force, dont l'action ſe combine avec celle de l'humidité & de la ſéchereſſe ; ſavoir la chaleur & le froid ; car on voit, du premier coup-d'œil, que l'inſtrument de M. de *Luc* remplit tout-à-la-fois les fonctions d'hygromètre & celles de thermomètre. Comment M. de *Luc* ſatisfait-il à cette double indication ? Premiérement, il ne prend qu'un point fixe, celui de l'extrême humidité ; &, ce point, il le choiſit au moment où ſon inſtrument étant plongé dans la glace fondante, il voit le mercure deſcendre au plus bas. Secondement, pour compenſer l'effet de la chaleur & du froid, le tube de verre dont il ſe

ſert, eſt celui d'un thermomètre, réglé ſelon les principes de M. de *Réaumur*; il caſſe la boule de ce thermomètre & peſe le mercure qu'elle contenoit; il peſe également la quantité de mercure qui entre dans ce même inſtrument transformé en hygromètre, & il établit cette proportion : *l'étendue des degrés de l'hygromètre à regler, eſt à l'étendue des degrés du thermomètre qu'il remplace, comme le poids du mercure contenu dans l'hygromètre, eſt au poids du mercure qui étoit contenu dans le thermomètre.*

Telle eſt la conſtruction de l'hygromètre de M. de *Luc*, auquel il a conſeillé lui-même de faire un changement, qui conſiſte à ſubſtituer un tuyau de plume au cylindre d'ivoire, dont la préparation exige une adreſſe qui rendroit cet inſtrument d'un uſage moins commun.

M. *Retz* & M. l'Abbé *Copineau* ont ſuivi le procédé de M. de *Luc*, & ont employé le tuyau de plume au lieu du cylindre d'ivoire; l'un & l'autre ont ajouté, pour la graduation de l'inſtrument, un ſecond point fixe, & qui eſt l'extrême de celui de la glace fondante; mais ils ne s'accordent pas entr'eux. M. *Retz* prend, pour extrême de la glace fondante, le point où monte le mercure lorſqu'on plonge l'hygromètre dans de l'eau à 25 degrés de

chaleur au thermomètre de M. de *Réaumur*; M. l'Abbé *Copineau* le prend à la chaleur de la poule couvante, qu'il fixe à 33 degrés du même thermomètre. Il paroît que M. *Retz* a pris ſon degré au moment même de l'immerſion, & dans ce cas la dilatation du mercure par la chaleur, s'étant faite plus promptement que celle de la plume par l'humidité, la diviſion, faite ſur ce principe, ne doit pas être juſte.

M. l'Abbé *Copineau* a donné un degré de perfection de plus à l'inſtrument, c'eſt de faire marcher l'hygromètre parallélement avec un thermomètre, correſpondant pour la graduation : autant il eſt difficile, dans le procédé de M. de *Luc*, de compenſer l'effet de l'action thermométrique confondu avec l'effet hygrométrique, autant il eſt aiſé, dans le procédé de M. *Copineau*, de reconnoître & de corriger l'erreur qui réſulte de cette double action combinée.

Il eſt certain que les deux échelles, celle de l'hygromètre & celle du thermomètre, étant conſtruites d'après les mêmes points fixes, elles ſont diviſées en degrés proportionnels & repréſentatifs les uns des autres; le mercure contenu dans l'un & l'autre tube, éprouvant également l'action de la chaleur & du froid,

la différence ne peut venir que de l'action de l'humidité ou de la ſéchereſſe, & cette différence eſt le ſigne hygrométrique ; mais, pour bien l'apprécier & dégager un effet de l'autre, il faut faire attention à la maniere dont les forces agiſſent, ſoit de concert, ſoit en ſens contraire. Je n'entrerai pas dans de plus grands détails, & ce que je dis ſuffit pour faire voir que cet inſtrument n'eſt pas à la portée de tout le monde.

Il faudroit auſſi que la marche hygrométrique fût iſochrone avec la marche thermométrique, & il s'en faut de beaucoup que cela ſoit ainſi, & que le tuyau de plume obéiſſe auſſi promptement que le mercure, à la force de dilatation & à la force de contraction.

M. de *Sauſſure* conſtruit, avec le cheveu, un hygromètre qui ne doit rien laiſſer à déſirer du côté de la ſenſibilité ; mais les préparations que ſon procédé exige, & la variété que la Nature a miſe entre tous les cheveux d'une même tête, permettent-elles d'eſpérer que cet inſtrument puiſſe devenir comparable & d'un uſage commun ? Au reſte, les meſures que M. de *Sauſſure* a priſes pour donner à ſon inſtrument toute la préciſion & toute la commodité dont il eſt ſuſceptible, ne

démentent point l'opinion que l'on a de la fagacité de ce Savant. En liſant ſes *Eſſais ſur l'Hygrométrie*, on voit que le génie peut s'exercer & ſe déployer ſur un cheveu, comme ſur les objets les plus grands & les plus vaſtes.

FIN.

TABLE
DES MATIERES

Contenues dans les trois Parties de cet Ouvrage.

INTRODUCTION. *page* j

PREMIERE PARTIE.

Des Propriétés de l'Air.

Nature de l'air & ſes propriétés générales. 1
Couleur de l'air. 2
La couleur bleue lui eſt-elle propre ou accidentelle ? *ibid.*
Opinions des Phyſiciens à ce ſujet. 2, 3, 4 & 5.

CHAPITRE PREMIER.

De la Fluidité de l'Air.

Ce que l'on entend par fluidité. 5
Adhérence des parties intégrantes de l'air entr'elles, & aux corps qu'elles touchent. 6
Phénomène obſervé par le P. *Merſenne*, lequel prouve cette adhérence. *ibid.*
Explication ingénieuſe de ce phénomène, par M. *Petit*, & expériences du même Savant. 6 & 7
Opinion de *Boerhaave* & de la plupart des Phyſiciens, ſur la cauſe de la fluidité de l'air. 8 & 9
Pourquoi l'air, quoique plus fluide que les liquides, ne paſſe pas comme eux au travers de certains corps. 9

CHAPITRE II.

De la Peſanteur de l'Air.

Apperçus des Anciens ſur la peſanteur de l'air. 10
Ils rapportoient, à une cauſe imaginaire, les effets de cette peſanteur, entr'autres l'aſcenſion de l'eau dans les pompes aſpirantes. 11
Le hazard mit *Galilée* ſur la voie de la vérité. 12
Elle fut ſentie par *Toricelli*. *ibid.*
Expérience de ce Phyſicien. 13
Obſervation utile à ceux qui voudroient répéter cette expérience. 14
Conjecture de *Galilée* & de *Toricelli*, vérifiée par *Paſchal*; raiſonnement que fit ce grand homme. 15
Expérience qu'il fit faire au Puy-de-Dôme. 16
Ce qui fut démontré par cette expérience & par pluſieurs autres. 17
Objection de *Wallis*. *ibid.*
Expérience par laquelle on répondit à cette objection. 18
La machine pneumatique inventée par *Otto-Guérick*. 20
Perfectionnée par *Boyle* & ſucceſſivement par d'autres Phyſiciens. 21
Deſcription de la machine pneumatique actuellement en uſage. *ibid.*
Peſanteur de l'air, démontrée par la premiere expérience que l'on fait avec cette machine. Analyſe de cette expérience. 23
On démontre que le vide parfait ne peut s'opérer ſous le récipient de la machine pneumatique. 25
Différentes expériences que l'on peut faire avec cette machine, pour démontrer la peſanteur de l'air. 27
Phénomene des larmes bataviques. 28

Origine de ces larmes. *ibid.*
Explication du phenomène, par *Rohault.* 29
Autre explication, par *Mariotte.* *ibid.*
Autre, par l'Abbé *Nollet.* 30
Expériences favorables à cette dernière explication. *ibid.*
Expérience célebre d'*Otto-Guérick*, sur la pesanteur de l'air, avec deux hémisphères de métal creux. 31
Répétition de cette expérience, par *Hauxbée.* 32
Observation sur cette expérience. *ibid.*
Autre expérience décisive, faite par *Otto-Guérick*, sur la pesanteur de l'air. *ibid.*
Description de diverses expériences, qui prouvent que la pesanteur ou pression de l'air s'exerce en tout sens. 33
Evaluations de la pesanteur spécifique de l'air comparé avec l'eau, par différens Physiciens. 36
D'où vient le peu d'accord qui regne entre ces différentes évaluations ? 37
Conjecture de *Boerhaave* sur le poids de l'air. 38

CHAPITRE III.

Du Ressort de l'Air.

Notions des Anciens sur le ressort de l'air, ainsi que la plupart de ses effets, & applications qu'ils en ont faites. 39
Raisonnement divers des Physiciens sur la cause du ressort de l'air. 40
Sentiment de *Newton.* 41
Expériences faites pour prouver qu'on ne peut ôter à l'air son élasticité. 42
Observation de M. *de la Fond*, sur l'expérience du fusil à vent. *ibid.*

Expérience plus exacte, par *Muſchenbroek*, & deſcription de cette expérience. 44
On ne peut cependant conclure que le reſſort de l'air ſoit inaltérable. 45
Différens moyens de manifeſter le reſſort de l'air : dilatation & condenſation. 46
Difficulté d'évaluer la dilatation de l'air. 48
Réſultats des expériences faites à ce ſujet. 50
Obſervations de pluſieurs Phyſiciens ſur les rapports du reſſort de l'air avec les cauſes qui le développent. 52
Uſage & deſcription du fuſil à vent, tel qu'il eſt aujourd'hui. 53
Condenſation de l'air ; deſcription de la fontaine de condenſation ; uſage, explications & effets de cette machine. 55 & 56
Opinions des Phyſiciens ſur la condenſation de l'air. 56
Loix que ſuit l'air dans ſa condenſation. 58
Expérience de *Boyle* & de *Mariotte*. 60
Ce qu'il faut penſer de cette expérience. 63
Expérience qui prouve que l'élaſticité de l'air eſt égale en force à ſa gravité. *ibid.*

CHAPITRE IV.

De l'Air, conſidéré comme un fluide dont l'action eſt néceſſaire à la vie des animaux & à la végétation des Plantes.

Différentes eſpéces d'animaux qui vivent plus ou moins long-tems privés d'air. 65
Comment l'air contribue au mouvement vital dans les animaux. 67
Comment il ſert même à ceux qui vivent dans l'eau. *ibid.*

De quelques animaux trouvés vivans dans des corps où ils ſembloient n'avoir aucune communication avec l'air. 68
Méchaniſme de la reſpiration. 69
Pourquoi de jeunes animaux ſupportent impunément la privation de l'air, ainſi que cela eſt arrivé à quelques adultes. 71
Expérience qui prouve que les animaux abſorbent une partie de l'air qu'ils reſpirent. 75
Preuves de la combinaiſon de l'air reſpiré avec le ſang. 78
En quoi, & par quel méchaniſme l'air contribue à la végétation? 79
Autres effets de l'action de l'air dans l'économie animale & végétale, dépendans de ſa fluidité, de ſa peſanteur & de ſon reſſort. 81
Calcul de la force de preſſion exercée par l'air ſur le corps humain. 83
Suite des effets de l'air ſur l'économie animale & végétale. 84
Expérience qui manifeſte l'effet de la preſſion de l'air ſur le corps. 86
De la ventouſe. 87
De la ſuccion exercée par l'enfant ſur la mamelle. 88
Ce qui ſe paſſe dans l'organiſation d'un animal ſoumis au vide de la machine pneumatique. 89
Expérience qui rend la choſe ſenſible. 91
Ce qu'éprouvent les Voyageurs qui franchiſſent les hautes montagnes. 92
Exemples cités par divers Hiſtoriens. 93
Etat de la végétation ſur les hautes montagnes. 97
A quelle hauteur l'air ceſſe d'être propre aux animaux & aux vegétaux. 100

Effets pernicieux de la condenſation & de la raréfaction ſubite de l'air ſur les animaux & les végétaux. 101
Exemple tiré des Plongeurs, pour prouver que ce changement n'eſt pas également nuiſible à ceux qui l'éprouvent par degrés inſenſibles. 103
Effets pernicieux de la ſtagnation de l'air, & du mélange de ce fluide avec différentes exhalaiſons. 104
Calcul effrayant pour ceux qui s'expoſent imprudemment à un air qui ne circule pas. 105
Affreuſe expérience du cachot noir. 106
Inſalubrité des ſpectacles, & en général de tous les lieux où les hommes ſe raſſemblent en grand nombre, ainſi que des amoncélemens de matieres en putréfaction. 107
Cauſe de la mauvaiſe ſanté des perſonnes ſédentaires. 110
Comment le ſouffle de certains animaux peut être mortel pour d'autres. 111

CHAPITRE V.

De l'Air, relativement à la production & à la tranſmiſſion des ſons.

Expérience qui prouve que c'eſt l'air qui tranſmet les ſons. 113
Différens ſons produits par les différentes modifications de l'air. *ibid.*
Méchaniſme de la voix. 114
Sur les Ventriloques. 116
Sur celui de Saint-Germain. 117
Du rire, de la toux & de l'éternuement. 127
Des ſons produits par les inſectes. 129
Phénomènes qui prouvent que l'agitation de l'air produit les ſons, & qu'ils ſe propagent en tout ſens. 130

Exiſtence ſimultanée de différens ſons dans une même maſſe d'air. 131
Explication de ce phénomène, par M. de *Mairan*. 132
Comment les ſons agiſſent ſur l'organe de l'ouïe. 133
Rapport de l'intenſité des ſons avec la denſité de l'air. 136
Expérience de M. *Zanotti* pour connoître ce rapport. 138
Obſervations relatives à la production du ſon dans un air condenſé. 139
Origine, deſcription, conſtruction & uſage du porte-voix. 141
Obſervation importante ſur la conſtruction du porte-voix. 146
Des voûtes elliptiques. 147
Viteſſe du ſon. 148
Rapport de cette viteſſe avec la diſtance. 149
Expérience faite pour évaluer ce rapport, & réſultats obtenus par différens Phyſiciens, en différentes parties de la terre. 150
Cauſes qui peuvent accélérer ou retarder la viteſſe du ſon. 155
Réflexion des ſons. 157
Phénomènes qui en réſultent. 158
De l'écho. 159
Variétés de ce phénomène. 162
Echos remarquables & célebres. 163
Difficultés inſolubles ſur la formation des échos. 167
Echos de mer. *ibid.*

CHAPITRE VI.

De l'Air, conſidéré par rapport à la production & à l'entretien du feu.

Néceſſité abſolue de l'air dans la combuſtion, démontrée par des expériences. 168
Opinion de *Boerhaave* ſur la maniere dont l'air agit dans la combuſtion. 173
Expérience de M. de *Morveau*, favorable à cette opinion. *ibid.*
Combinaiſon d'une certaine portion d'air avec les corps ſoumis à la combuſtion & à la calcination. 176

CHAPITRE VII.

De l'action de l'Air dans les Machines.

Explication du phénomène de la ſtatue de *Memnon*. 177
Et de celle de la grande mere des Dieux chez les anciens Egyptiens. 178
Expérience qui repréſente ce dernier phénomène. 179
Pompe des Celliers. 181
Autres machines conſtruites ſur le même principe. 182
Fontaine intermittente ou à commandement. 184
Fontaines intermittentes naturelles. 187
Deſcription & uſage du ſiphon artificiel. *ibid.*
Des jets d'eau. 193
Expérience qui prouve que la peſanteur de l'air eſt la cauſe de l'écoulement des liqueurs par les ſiphons. 195
Difficulté propoſée par *Reiſelius*. 196
Réponſe à cette difficulté. 197
Des diabettes. *ibid.*
Des pompes. 199

Des

Des pompes aſpirantes. 200
——————— foulantes. 201
——————— élévatoires. 202
Des pompes compoſées. *ibid.*
——————— aſpirante-élévatoire. 203
——————— aſpirante-foulante. 207
——————— aſpirante-foulante-condenſante. 209
Des piſtons & des ſoupapes. 210
Phénomène de la pompe de Séville. 215
Explication de ce phénomène. 216
Imitation de ce phénomène. 217

SECONDE PARTIE.

Des différens Fluides que M. Prieſtley déſigne ſous le nom d'air, & M. Macquer ſous celui de gas.

Premieres obſervations ſur ces fluides, par *Paracelſe* & *van-Helmont*, vérifiées & étendues par *Boyle*. 219 & ſuiv.
Théorie de ces fluides, éclaircie par les expériences multipliées de *Hales* & de *Prieſtley*. 221
Dénominations particulieres par leſquelles on diſtingue ces différens fluides. 223

CHAPITRE PREMIER.

De l'air fixe.

Caracteres de ce fluide. 223
Comment l'air fixe ſe produit, & quelles ſont les ſubſtances qui en fourniſſent. 224
Procédé pour dégager l'air fixe de la craie par l'acide vitriolique, & deſcription de l'appareil propre à cette opération. 225

Ce que l'air fixe a de commun avec l'air atmoſphérique, & par quoi il en differe. 227
Deſcription d'un appareil propre à comparer le poids de l'air fixe & de tout autre gas avec celui de l'air atmoſphérique. 228
Qualité délétère de l'air fixe. 230
Phénomenes réſultants de cette qualité de l'air fixe. *ibid.*
Expériences qui conſtatent cette qualité délétrée de l'air fixe. 231
Maniere de recueillir ce fluide au-deſſus des cuves des Braſſeurs. 232
Obſervations de pluſieurs Phyſiciens ſur différentes eſpeces d'animaux plongés dans ce fluide. 234
Conjectures ſur la maniere dont l'air fixe affecte les animaux qu'il fait périr. 235
Expérience de M. *Prieſtley*, qui ſemblent prouver que l'air fixe n'eſt pas moins nuiſible aux végétaux que funeſte aux animaux. 236
Qualité de l'air fixe contraire à la combuſtion, & expériences curieuſes, par leſquelles on démontre cette propriété. 237
Solubilité de l'air fixe dans l'eau. 241
Deſcription d'une expérience qui démontre cette ſolubilité de l'air fixe & l'inſolubilité de l'air commun dans l'eau. *ibid.*
Eau gaſeuſe réſultant de la ſolution de l'air fixe dans l'eau. 248
Eaux gaſeuſes minérales : phénomène qui annonce la préſence de ces eaux, & uſages auxquels peut les appliquer. 250
Obſervations & expériences de divers Savans ſur ces eaux. 252
Procédés par leſquels on peut imiter ces eaux. 255

Avantages de ces eaux factices. 256
Propriétés qu'ont les eaux gaseuses, soit naturelles soit artificielles, de dissoudre le fer. 258
Moyen de reconnoître la présence du fer dans ces eaux, & pourquoi le fer qu'elles tiennent en dissolution se précipite lorsqu'elles sont exposées au contact de l'air. 259
Des autres substances que l'air fixe rend solubles dans l'eau. 260
Comment l'air fixe redissout le précipité qu'il a formé dans l'eau de chaux. *ibid.*
Affinité de l'air fixe avec les substances salines alkalines. 262
Caracteres qui font reconnoître l'air fixe pour un acide. 263
Vertu anti-putride de l'air fixe. 264
Expérience de *Macbride* qui démontre cette vertu, de l'air fixe, & observation sur cette expérience. 265

CHAPITRE II.

De l'Air inflammable.

Caractere distinctif de ce gas. 268
Des substances qui donnent de ce gas, & des différens moyens de l'en dégager. *ibid.*
De l'air inflammable produit par la dissolution du fer avec l'acide vitriolique. 272
Description de l'opération par laquelle on obtient ce résultat. 273
Ce qui distingue l'air inflammable de l'air fixe & de l'air commun. 275
Effets de l'air inflammable sur les animaux. *ibid.*
——— sur les végétaux. 276
——— sur la combustion. *ibid.*
De la combustibilité de l'air inflammable. 277

Sur l'explosion de ce gas mêlé avecl'air commun. 278
——— avec l'air déphlogistiqué. 282
Des différens moyens d'allumer l'air inflammable. 283
Observations & expériences qui prouvent que l'air inflammable, comme toutes les substances combustibles, a besoin du contact de l'air atmosphérique pour brûler, & que la combustion est en raison directe de la pureté de ce dernier fluide. 284
Expérience sur la combustion de l'air inflammable, qui pourroit servir à déterminer le degré de pureté de l'air atmosphérique. 286
Possibilité de substituer l'air inflammable à d'autres matieres combustibles. 289
Effet du contact de l'eau sur l'air inflammable. 290
Réduction des chaux métalliques par l'air inflammable, qui leur rend du phlogistique. 291
Décomposition de l'air inflammable, observée par M. *Priestley*, & précis des expériences de ce Physicien. 293
Explication de plusieurs phénomènes dus à l'air inflammable. 300
Air inflammable des marais. 302
Différence de l'air inflammable des marais avec celui qu'on retire des métaux. *ibid.*
De la fraxinelle. 305
Inflammation de l'air des égoûts & des fosses. *ibid.*
Incendies spontanées des végétaux & des animaux. *ibid.*
Production de l'air inflammable pendant la digestion. 308
Production de la flamme par l'air inflammable. *ibid.*
Comment le même air peut concourir à la production de plusieurs phénomènes attribués à l'électricité seulement. 309
Des ballons aérostatiques. 310

Précis des expériences de MM. *Montgolfier.* 311
Obſervations ſur quelques faits propres à fixer les idées ſur l'eſpece d'air produit par les procédés de MM. *Montgolfier.* 335
Expérience de M. de *Sauſſure*, qui prouve que l'action de la chaleur ſuffit pour faire monter les machines aéroſtatiques ſuivant le procédé de MM. *Montgolfier.* 337
Si l'honneur de la découverte appartient à notre nation & à notre ſiècle? 338
Extrait du rapport de l'Académie royale des Sciences ſur les expériences de MM. *Montgolfier.* 341
Comment on a entrepris de répéter ces expériences avec l'air inflammable. 343
Expérience faite au Champ de Mars, le 27 Août 1783. 348
Ballons de baudruche; maniere de conſtruire & de remplir d'air inflammable, ces ſortes de ballons. 352
Expérience, faite aux Tuileries, par MM. *Charles* & *Robert*, le 19 Novembre 1783. 360
Calculs de M. *Meuſnier*, ſur les différentes hauteurs auxquelles eſt parvenue la machine dans l'expérience précédente. 363
Expérience faite par M. le Marquis de *Bullion.* 369
Réflexions ſur ces différentes expériences. 370

CHAPITRE III.

De l'air déphlogiſtiqué.

Propriétés générales de cet air. 372
Production de cet air par la tranſpiration des végétaux. 373
De quelles parties des végétaux tranſpire l'air déphlogiſtiqué. *ibid.*

Maniere de retirer cet air de différentes ſubſtances. 374
Deſcription d'un procédé facile & peu diſpendieux pour obtenir l'air déphlogiſtiqué. 377
Peſanteur ſpécifique de l'air déphlogiſtiqué. 384
Expériences qui démontrent la pureté de l'air déphlogiſtiqué, faites ſur les animaux, ſur les ſubſtances combuſtibles, & ſur les corps phoſphoriques; particuliérement ſur les vers luiſans. 386
Expérience ſur la détonation de l'air inflammable *mêlé* avec l'air déphlogiſtiqué. 394
Expérience brillante de la fuſion du fer dans l'air déphlogiſtiqué. 395
Obſervations & expériences ſur la production de l'air déphlogiſtiqué par la tranſpiration des végétaux. 398
Conſéquences à tirer des obſervations & des expériences précédentes. 408
Ce que c'eſt que l'air déphlogiſtiqué, *dégagé* des corps brûlés & calcinés, ainſi que celui que l'on retire du nitre & de l'acide nitreux. 411
Analogie entre ce que l'air éprouve dans la reſpiration des animaux & ce qu'il éprouve dans la combuſtion. 413
Simplicité de l'air déphlogiſtiqué. 414
Expériences qui font voir que l'air déphlogiſtiqué peut concourir, avec l'air inflammable, à la formation de l'eau. 415

CHAPITRE IV.

De l'air nitreux.

Comment & avec quelles ſubſtances l'on produit l'air nitreux. 419
Caracteres phyſiques & propriétés chimiques de ce fluide. 420

Vertu anti-ſeptique de l'air nitreux. 421
Uſages auxquels on pourroit appliquer cette propriété. 422
Décompoſition de l'air nitreux par le contact de l'eau. *ibid.*
Compoſition de l'acide nitreux par le mélange de l'air nitreux avec l'air reſpirable. 423
Application de cette propriété à l'examen de l'air atmoſphérique, pour en connoître & évaluer la pureté. 426
Expériences de M. l'Abbé *Fontana* ſur l'abſorption de l'air par les animaux qui le reſpirent. 429
Obſervation ſur les variations que l'on remarque dans la quantité d'air abſorbé pendant la compoſition de l'acide nitreux. 432
Moyen ſimple de recueillir, dans un lieu quelconque, l'air que l'on veut éprouver. 434
Deſcription de l'expérience ſur la décompoſition de l'alkali volatil concret par l'acide nitreux. 436

TROISIEME PARTIE.

De l'Air conſidéré comme atmoſphère terreſtre.

Figure de l'atmoſphère. 439
Hauteur de l'atmoſphère. 441
Poids total de l'atmoſphère. 443
Des différens fluides qui font partie de l'atmoſphère. 444
De l'eau répandue dans l'atmoſphère ; expériences & phénomènes qui en démontrent la préſence. 445
De l'évaporation de l'eau en hiver. 447
Evaporation de la glace, & application de ce phénomène, par M. *de Mairan*. *ibid.*
De l'évaporation produite par la chûte des torrens, des fleuves, &c. 449

Des vapeurs qui s'élevent des terres. 450
Apperçus ſur la quantité d'eau qui s'éleve de la ſurface du globe par l'évaporation. 451
Des autres particules de matieres, qui, indépendamment de l'eau, ſe mêlent à l'atmoſphère, ſous forme de vapeurs. 455
Des cauſes connues de l'aſcenſion des vapeurs. 458
Autre cauſe à laquelle on pourroit l'attribuer. 459
Attraction de l'air & de l'eau. 460
Expériences & obſervations qui démontrent la vertu diſſolvante de l'air ſur l'eau. *ibid.*
Ténuité des parties intégrantes de l'air & de celles de l'eau. 462
A quelle hauteur parviennent les vapeurs. *ibid.*
Influence des différentes vapeurs ſur l'état de l'atmoſphère. 463

CHAPITRE PREMIER.

Des Météores aériens ou des vents.

Directions générales des vents. 466
Diviſion & noms des vents principaux. *ibid.*
Vents généraux. 470
Variations de ces vents dans les différentes parties du globe & cauſes de ces variations. 471
Des mouſſons ou vents anniverſaires. 482
Vents particuliers. 487
—— éthéſiens. *ibid.*
—— de mer. 488
—— de terre. 489
Influence des régions que les vents de terre traverſent ſur la qualité & la direction de ces vents. 491
Des vents qui regnent en France, dans les différentes

saisons, & de l'influence de ces vents sur la santé des hommes. 499
Vents variables qui se font sentir sur tous les continents, & effets singuliers qu'ils y produisent. 501
Pourquoi les mêmes variations & les mêmes effets n'ont pas lieu sur la mer. 503
Ce que les vents de mer ont de particulier, & explication des phénomènes qu'ils présentent. 504
Causes locales qui influent sur la force des vents. 505
Des ouragans, des tourbillons & des tempêtes. 507
Tempêtes de mer. 509
Tempêtes de terre. 512
Des vents souterreins. 514
Vents souterreins qui se font jour à travers les eaux, & phénomènes qu'ils présentent en certains pays. 516
De l'influence dangéreuse & même mortelle de certains vents. 517
D'un vent étonnant qui se fait sentir à la côte de Guinée. 518
Des nuages de sable soulevés par les vents. 522
Causes générales que les Physiciens assignent aux vents. 524
Exposition de la maniere dont le soleil agit comme cause principale des vents. 529
Application de ce qui précede à la production des vents de terre & des vents de mer. 537
Quelle peut être la cause des vents libres & irréguliers. 539
Explication de la maniere dont se forment les ouragans. 540
Expériences faites pour mesurer la viteſſe des vents. 541
Evaluation de la force des vents. *ibid.*
Des moulins à vent. 542

Des cerf-volans. 543
Effets ſalutaires des vents. 544

CHAPITRE II.

Des inſtrumens qui ſervent à connoître les variations de l'atmoſphère.

De l'anémomètre ou anémoſcope, & de la *girouette*. 548
De quelques autres anémoſcopes deſtinés à connoître non-ſeulement la direction, mais encore l'effort des vents. 550
Du baromètre. 552
Deſcription du baromètre ſimple. 553
Manière de conſtruire cet inſtrument. 554
Inconvéniens des réſervoirs des baromètres. 560
Procédés de M. *de Luc* & de M. *Magellan* pour remédier à ces inconvéniens. 561
Baromètre portatif. 562
Applications du baromètre à la meſure des hauteurs & des différences de niveau. 566
Incertitude du prognoſtic, tiré de la hauteur du baromètre, ſur la pluie & le beau-tems. 567
Ce que l'on peut conclure de moins incertain de l'état du baromètre. 568
Signes plus certains de la pluie & du beau-tems, pris des obſervations journalieres. 571
Variations du baromètre dans les différentes parties du globe. 574
Hauteur moyenne du baromètre en France. *ibid.*
Du thermomètre. 575
Deſcription du premier thermomètre & inſuffiſance de cet inſtrument. *ibid.*
Moyens par leſquels on pourroit remédier aux défectuoſités du thermomètre primitif. 577

Thermomètre de l'Académie del-Cimento. 578
Moyen propoſé par *Newton* pour rendre le thermomètre comparable. 581
Thermomètre de *Réaumur*. 583
Deſcription du procédé que l'on ſuit aujourd'hui pour la conſtruction du thermomètre. 584
Défaut, commun à tous les thermomètres, de ne point indiquer la chaleur abſolue, & impoſſibilité de remédier à ce défaut. 590
Uſages du thermomètre. 592
Froids mémorables obſervés & marqués ſur les thermomètres. 593
Expoſition détaillée de l'expérience faite à Pétersbourg, par M. *Braun*, ſur la production artificielle du froid & la congélation du mercure. 597
Cauſes qui influent ſur les différens degrés de chaleur & de froid, indépendamment de la préſence & de l'abſence du ſoleil. 599
Expériences de MM. *Duhamel* & *Tillet*, ſur les degrés extrêmes de froid & de chaleur, que les animaux peuvent ſupporter. 601
Obſervation importante, faite avec le thermomètre de *Réaumur*, ſur la chaleur de l'été ſous les différentes latitudes. 603
De l'hygromètre. Uſage de cet inſtrument. 604
Mécaniſme général de l'hygromètre. 605
Manieres diverſes de connoître l'humidité de l'air. *ibid.*
Sorte d'hygromètre à l'uſage des aveugles. 606
Hygromètre à planche, imaginé par les Anglois. 609
Défauts communs à tous les hygromètres. *ibid.*
Qualités requiſes dans les ſubſtances employées pour connoître la ſéchereſſe & l'humidité de l'air. 611
Hygromètre de M. *de Luc*. *ibid.*

Hygromètre de M. *Retz*. 613
Hygromètre de M. l'Abbé *Copineau*. 614
Le cheveu eſt la ſubſtance que M. *de Sauſſure* préfere dans la conſtruction des hygromètres. 615

Fin de la Table.

M. ROULAND fait tous les ans, après la Saint Martin, des Cours publics & particuliers de Phyſique, dans ſon Cabinet, Maiſon de l'Univerſité, près Saint Yves, rue Saint-Jacques.

FAUTES A CORRIGER.

Page 9, lig. 11, toucher, *liſ.* ſe toucher.
Pag. 24, *lig.* 21 & 22, manifeſta, *liſ.* manifeſte.
Pag. 24, *lig.* 27, l'eir, *liſ.* l'air.
Pag. 28, *lig.* 22, lame, *liſ.* larme.
Pag. 46, *lig.* 3, quel voie, *liſ.* quelle voie.
Pag. 48, *lig.* 18, compoſé, *liſ.* compoſée.
Pag. 52, *lig.* 2 & 3, tenſité, *liſ.* denſité.
Pag. 54, *lig.* 2, fort creuſe &, *liſ.* creuſe & fort.
Pag. 79, *lig.* 9, mais, *liſ.* mise.
Pag. 79, *lig.* 10 & 11, préparée, *liſ.* préparé.
Pag. 84, *lig.* 7 & 8, de bas en haut, *liſ.* de haut en bas.
Pag. 84, *lig.* 9 & 10, de haut en bas, *liſ.* de bas en haut.
Pag. 86, *lig.* 12, ſur elles, *liſ.* ſur elle.
Pag. 93, *lig.* 21, mais, *liſ.* & que.
Pag. 96, *lig.* 14, empêchent, *liſ.* empêche.
Pag. 105, *lig.* 1, donc, *liſ.* dont.
Pag. 106, *lig.* 11, etoit ſuffiſant à peine, *liſ.* ce qui ſuffiſoit.
Pag. 173, *lig.* 5 & 6, favoriſeroit, *liſ.* favoriſoit.
Pag. 227, *lig.* 4, fait le, *liſ.* fait la.
Pag. 271, *lig.* 9, le jaillet, *liſ.* le jayet.
Pag. 305, *lig.* 20, nous donnerons, *liſ.* nous donnerions.
Pag. 372, *lig.* 2, *d'air empiré*, *liſ. d'air empirée.*
Pag. 395, *lig.* 23, une ſpirale, *liſ.* une eſpece de boudin.
Pag. 398, *lig.* 15, de ce premier, *liſ.* du premier.
Pag. 416, *lig.* 28, à M. Berthelot, *liſ.* à M. Bertholet.
Pag. 461, *lig.* 19, celui-ci, *liſ.* celui.
Pag. 469, *lig.* 16, linges, *liſ.* lignes.
Pag. 478, *lig.* 3, la, *liſ.* le.
Pag. 515, *lig.* 4, qui leur, *liſ.* qui leur durent.
Pag. 597, *lig.* 17, excluſif, *liſ.* exceſſif.
Pag. 597, *lig.* 21, au deſſus, *liſ* au deſſous.
Pag. 626, *lig.* 8, délétrèe, *liſ.* délétère.